

Thüringer Bioenergieprogramm

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	5
Maßeinheiten	5
Vorwort	7
1 Zielstellung	9
2 Stand der Nutzung und Potenziale	10
3 Anwendungsgebiete und Einsatzfelder	13
3.1 Wärme	13
3.2 Strom	13
3.3 Kraftstoffe	13
3.4 Rohstoffbereitstellung	13
4 Maßnahmen zur Umsetzung	14
4.1 Wissensvermittlung und Öffentlichkeitsarbeit	14
4.2 Politische und rechtliche Rahmenbedingungen	14
4.3 Förderung	14
4.3.1 Forschung	14
4.3.2 Pilot- und Demonstrationsvorhaben	15
4.3.3 Investitionen	15
4.4 Spezialberatung - BIOBETH	16
4.5 Qualitätssicherung	17
4.6 Vorbildwirkung des Freistaats Thüringen	17
5 Zusammenfassung	18

Anlage

Potenziale, Stand und Möglichkeiten der Bioenergienutzung in Thüringen	19
1 Einleitung	21
2 Analyse des Ist-Zustandes	22
2.1 Gesellschaftspolitische Zielstellungen	22
2.2 Primär- und Endenergieverbrauch	24
2.3 Bioenergiepotenziale Thüringens	26
2.3.1 Definition und Einordnung	26
2.3.2 Durchforstungs- und Waldrestholz	29
2.3.3 Sägenebenprodukte und Reststoffe der Holzverarbeitenden Industrie	30
2.3.4 Altholz	30
2.3.5 Stroh	31
2.3.6 Gülle - Biogas	31
2.3.7 Grünlandaufwüchse	32
2.3.8 Nachwachsende Rohstoffe	32
2.4 Stand der Nutzung	38
3 Struktur und Beschäftigungseffekte	45
4 Politische, technische und ökonomische Rahmenbedingungen	47
4.1 Ordnungspolitische Rahmenbedingungen	47
4.2 Vergleichende Rohstoffkostenbetrachtungen	48
4.3 Wärmebereitstellung	51
4.4 Stromerzeugung	53
4.5 Kraftstoffe (RME, Rapsöl, Ethanol)	58
5 Schlussfolgerungen	59

Abkürzungsverzeichnis

AK	Arbeitskräfte
BFH	Bundesforschungsanstalt für Holzwirtschaft
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchV	Bundes-Immissions-Schutz-Verordnung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
BTL	Biomass-to-liquid
CARMEN	Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EU	Europäische Union
FbNR	Fachbeirat Nachhaltende Rohstoffe
FAL	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
GV	Großvieheinheit
HDG	Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen
HWK	Handwerkskammer
IHK	Industrie- und Handelskammer
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LF	Landwirtschaftliche Nutzfläche
LVA	Thüringer Landesverwaltungsamt
NAWARO	Nachwachsende Rohstoffe
ÖLF	Ökologisch und landeskulturell wertvolle Flächen
ÖPNV	Öffentlicher Personen Nahverkehr
ORC	Organic-Ranking-Cycle
oTS	organische Trockensubstanz
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes - Zertifizierungssystem für nachhaltige Waldbewirtschaftung
RME	Rapsölmethylester
STIFT	Stiftung für Technologie, Innovation und Forschung Thüringen
TA-Luft	Technische Anleitung Luft
TA	Technische Anleitung
TBV	Thüringer Bauernverband
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
TLUG	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
TLWJF	Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei
TM	Trockenmasse
TMLNU	Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt
TWTA	Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Arbeit
TS	Trockensubstanz
TU	Technische Universität
TZNR	Thüringer Zentrum für Nachhaltende Rohstoffe
UBA	Umweltbundesamt
UFOP	Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V.
UZH	Umweltzentrum des Handwerks
WTO	Welthandelsorganisation

Maßeinheiten

atro	absolut trocken
BHD	Brusthöhendurchmesser
fm	Festmeter
GJ	Gigajoule
GWh	Gigawattstunde
kW	Kilowatt
MW	Megawatt
MW _{elektr.}	Megawatt, elektrisch
MWh	Megawattstunde
MW _{inst.}	Megawatt, installiert
MW _{th}	Megawatt, thermisch
PJ	Petajoule
Srm	Schüttraummeter
TJ	Terajoule
VLh	Volllaststunden

Vorwort

Das in der Thüringer Klimaschutzkonzeption gestellte Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch (PEV) von 1,8 % im Jahre 1998 auf 5 bis 7 % bis zum Jahr 2010 zu erhöhen, wurde bereits 2004 überboten.

Im Jahr 2004 konnte ein Anteil der erneuerbaren Energien am PEV von 10 % erreicht werden. Es bestehen gute Voraussetzungen im Jahre 2010 diesen Anteil auf 12 bis 15 % zu erhöhen.

Eine Potenzialschätzung für Thüringen weist für das Jahr 2015 ca. 38 350 Terajoule technisch nutzbares Biomassepotenzial aus, womit 16 % des derzeitigen Primärenergieverbrauches gedeckt werden können.

Geschätzte 90 % des Aufkommens an erneuerbaren Energien werden über Biomasse abgedeckt. Nach Schätzungen des Thüringer Zentrums Nachwachsende Rohstoffe bringt Bioenergie in Thüringen gegenwärtig eine Wertschöpfung von mehr als 110 Mio. Euro/Jahr und 700 bis 800 Arbeitsplätze, Tendenz steigend. Das drückt deutlich die Wirtschafts- und Sozialkraft dieser aufstrebenden Branche aus.

Für den weiteren Ausbau der bisherigen Spitzenergebnisse Thüringens und für die Bewältigung neuer Aufgaben, wie dem anstehenden nationalen Biomasse-Aktionsplan, aber auch angesichts der entscheidenden Bedeutung der Biomasse unter den erneuerbaren Energieträgern und der mit ihrer Bereitstellung für die Land- und Forstwirtschaft bestehenden Wertschöpfungsaussichten wurden eine Potenzialabschätzung und abgestimmte Maßnahmen zur Erschließung der Bioenergie notwendig.

Vor diesem Hintergrund erarbeitete der Fachbeirat Nachwachsende Rohstoffe in seiner Funktion als Beratungsgremium der Landesregierung auf der Grundlage eines Entwurfes der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft „Vorschläge für ein Thüringer Bioenergieprogramm“. Diese dienten den Ressorts als Diskussionsgrundlage für das nun vorliegende „Thüringer Bioenergieprogramm“ der Thüringer Landesregierung.



Das Thüringer Bioenergieprogramm ist ein komplexes Maßnahmenpaket der Landesregierung zur Verbesserung der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie für die aktive Einflussnahme der Landesverwaltung. Es zeigt die Potenziale der energetischen Erzeugung und Verwendung von Bioenergie auf, beschreibt die für Thüringen aussichtsreichsten Einsatz- und Anwendungsfelder und leitet daraus Maßnahmen für die Umsetzung ab.

Die Begründung und Herleitung für das „Thüringer Bioenergieprogramm“ sind in der Studie „Potenziale, Stand und Möglichkeiten der Bioenergienutzung in Thüringen“ der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft vom März 2005 hinterlegt. Beides ist Bestandteil der vorliegenden Veröffentlichung.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sklenar'.

Dr. Volker Sklenar
Thüringer Minister für Landwirtschaft,
Naturschutz und Umwelt

1 Zielstellung

Für die verstärkte Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen sprechen zum einen ökologische Vorteile im Vergleich zu den heute noch dominierenden fossilen Brennstoffen und andererseits das vorhandene Biomassepotenzial in der Land- und Forstwirtschaft. Vor allem die Nutzung der Biomasse für die energetische Verwertung hat ein großes Potenzial. Die Zielstellungen, die im „Konzept zur Förderung der Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Freistaat Thüringen“ (1997) aufgeführt sind:

- Schonung natürlicher Ressourcen und fossiler Rohstoffe
- Beitrag zum Klimaschutz durch CO₂-Neutralität
- Abbau der Überschussproduktion im Agrarsektor
- Stärkung des ländlichen Raumes
- Erhaltung und Bereicherung der Kulturlandschaft durch umweltgerechte, flächendeckende Landbewirtschaftung gelten uneingeschränkt.

Heute besonders zu betonen sind:

- der Erhalt und die Schaffung von Arbeitsplätzen sowie neuen Einkommensquellen in der Land- und Forstwirtschaft, dem Handwerk und der Industrie.

Ergänzen lassen sich in Bezug auf die Bioenergie noch die Punkte:

- umweltgerechte Verwertung biogener Rohstoffe und Abfälle
- kostendeckende und nachhaltige Waldpflege
- Beitrag zur Sicherung der Energieversorgung
- Kostensenkung in öffentlichen Einrichtungen
- Baustein für soziale Beschäftigungs- und Therapieprojekte.

Thüringen hat sich ursprünglich zum Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch (PEV) von 1,8 % im Jahre 1998 auf 5 bis 7 % bis zum Jahr 2010 zu erhöhen. Dieses Ziel wurde - bedingt durch die Inbetriebnahme des Heizkraftwerkes der Zellstofffabrik in Blankenstein - schon im Jahre

2002 erreicht. Deshalb ist im Landesentwicklungsplan von 2004 die Zielstellung erweitert worden, den Anteil der erneuerbaren Energien am PEV im Jahre 2010 auf bis zu 10 % zu erhöhen. Voraussetzung ist dabei, dass der PEV insgesamt in etwa auf dem Stand von 2002 verbleibt.

Das Thüringer Bioenergieprogramm geht einen Schritt weiter.

Unter den gegebenen Rahmenbedingungen und der Verwirklichung der dargestellten Maßnahmen sollen bis 2010 in Thüringen ca. 10 % und bis 2020 ca. 15 % des PEV über **Bioenergie** abgedeckt werden. Eine Erhöhung dieser Anteilwerte kann sogar möglich werden, wenn es gelingt, den PEV durch effiziente Maßnahmen zu senken.

Das Bioenergieprogramm ist ein komplexes Maßnahmenpaket der Landesregierung zur Verbesserung der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie für die aktive Einflussnahme der Landesverwaltung (Abb. 1).

Ausgehend vom gegenwärtigen Stand der Nutzung sind, unter Berücksichtigung der Potenziale und bei den gültigen Rahmenbedingungen, Einsatzfelder sowie Entwicklungstendenzen aufzuzeigen und Maßnahmen vorzuschlagen, die zu einer beschleunigten Nutzung der Bereitstellung und Verwertung von Biomasse für die Energieerzeugung beitragen. Aus den zahlreichen Einsatzfeldern wurden die für Thüringen aussichtsreichsten ausgewählt. Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind auf diese Einsatzfelder und speziellen Zielgruppen bezogen. Die Begründung und Herleitung für die „Vorschläge für ein Thüringer Bioenergieprogramm“ sind in der Studie „Potenziale, Stand und Möglichkeiten der Bioenergienutzung in Thüringen“ der TLL vom März 2005 hinterlegt.

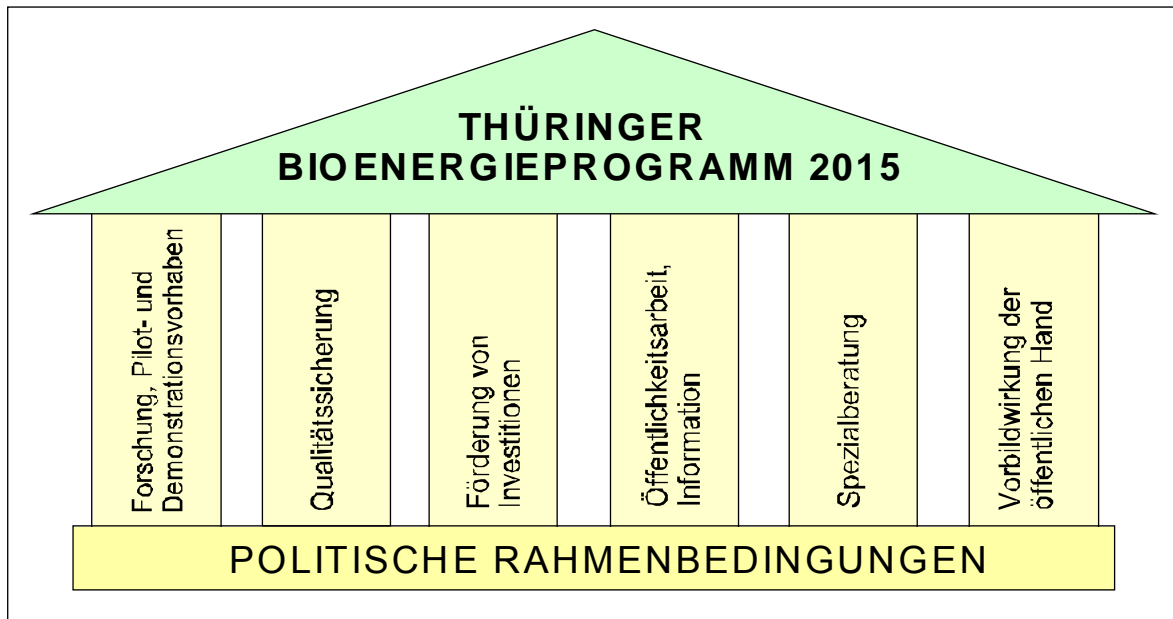


Abbildung 1: Struktur Thüringer Bioenergieprogramm

2 Stand der Nutzung und Potenziale

Nach einer Erhebung des Thüringer Ministeriums für Wirtschaft, Technologie und Arbeit deckt Thüringen 10,1 % des PEV (Stand: 2004) durch erneuerbare Energien ab. Das für das Jahr 2010 anvisierte Ziel von 6 % (= 14 000 TJ/a) wurde, wie unter Punkt 1 beschrieben, bereits erreicht (Abb. 2).

Der Anteil der Biomasse an den erneuerbaren Energien beträgt 87 %.

Der Biomasseanteil gliedert sich in 9 300 TJ feste, 9 500 TJ flüssige und 2 600 TJ Biogas auf. Würde man diesen biogenen Anteil am PEV mit fossilen Energieträgern, z. B. Heizöl zu einem Preis von 0,60 €/l, substituieren, stellt diese Biomasse eine Wertschöpfung von mehr als **300 Mio. Euro pro Jahr** dar.

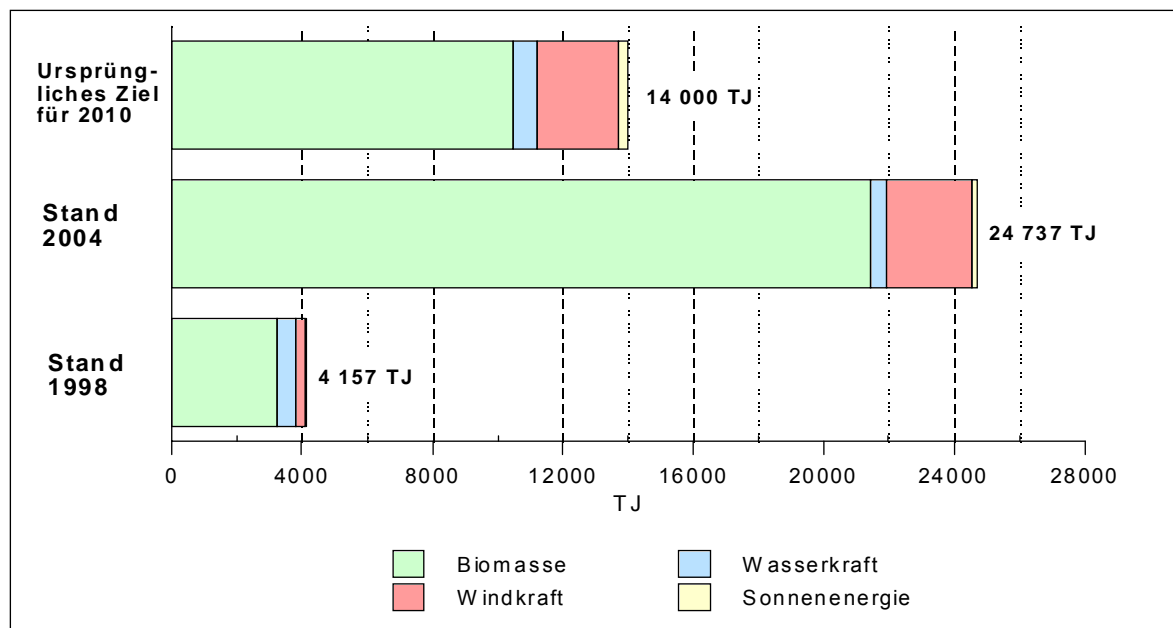


Abbildung 2: Nutzung von erneuerbaren Energien in Thüringen

Im deutschlandweiten Vergleich nimmt Thüringen in Bezug auf die Nutzung der Biomasse eine Spitzenposition ein. Dies wurde realisiert über ca. 8 860 Zentralheizungsanlagen, Heizwerke und Heizkraftwerke mit einer installierten thermischen Leistung von 974 MW und einer elektrischen Leistung von 80,6 MW.

Die Brennstoffbasis bilden vorrangig Black liquid (Schwarzlauge), Altholz, Nebenprodukte der Holzverarbeitenden Industrie sowie Waldrest- und Durchforstungsholz.

Biogas wird vorrangig aus tierischen Exkrementen (Gülle, Stallmist) und zunehmend aus nachwachsenden Rohstoffen in 57 Biogasanlagen gewonnen, das in Biomasseheizkraftwerken (BHKW) mit einer elektrischen Leistung von 19,5 MW verstromt wird (Stand: 1/2006).

Dazu kommen noch 8 BHKW mit einer elektrischen Leistung von insgesamt ca. 1 MW zur Verwertung von Deponiegas. Aufgrund des Verbots der Ablagerung von organisch abbaubaren Abfällen seit dem 1. Juni 2005 wird sich der Anfall an verwertbarem Deponiegas bis 2015 allerdings voraussichtlich um mehr als drei Viertel verringern.

Der Non-Food Rapsanbau zur Erzeugung von Rapsölmethylester und Rapsöl als Kraftstoffsubstitut liegt kontinuierlich bei 50 000 ha. Damit ist unter Beachtung des Food-Rapsaufkommens (ca. 60 000 ha) das Anbaupotenzial weitestgehend ausgeschöpft. Der Non-Food-Raps wird vorrangig in 12 dezentralen Thüringer Anlagen mit ca. 250 000 t Saat/a Verarbeitungskapazität verwertet.

Mit der Inbetriebnahme der Ethanolanlage in Zeitz ergibt sich für die Thüringer Landwirtschaft seit 2005 die Möglichkeit, ca. 30 000 ha Getreide für die Ethanolerzeugung bereitzustellen.

Die Nebenprodukte aus der Land- und Forstwirtschaft sowie der Industrie (Abb. 3) haben ein theoretisches Potenzial von 13 650 TJ, das entspricht 5,7 % des PEV Thüringens. Dabei steuert die thermische Verwertung von Rinde und Black liquid im Zellstoffwerk Blankenstein den Hauptanteil bei.

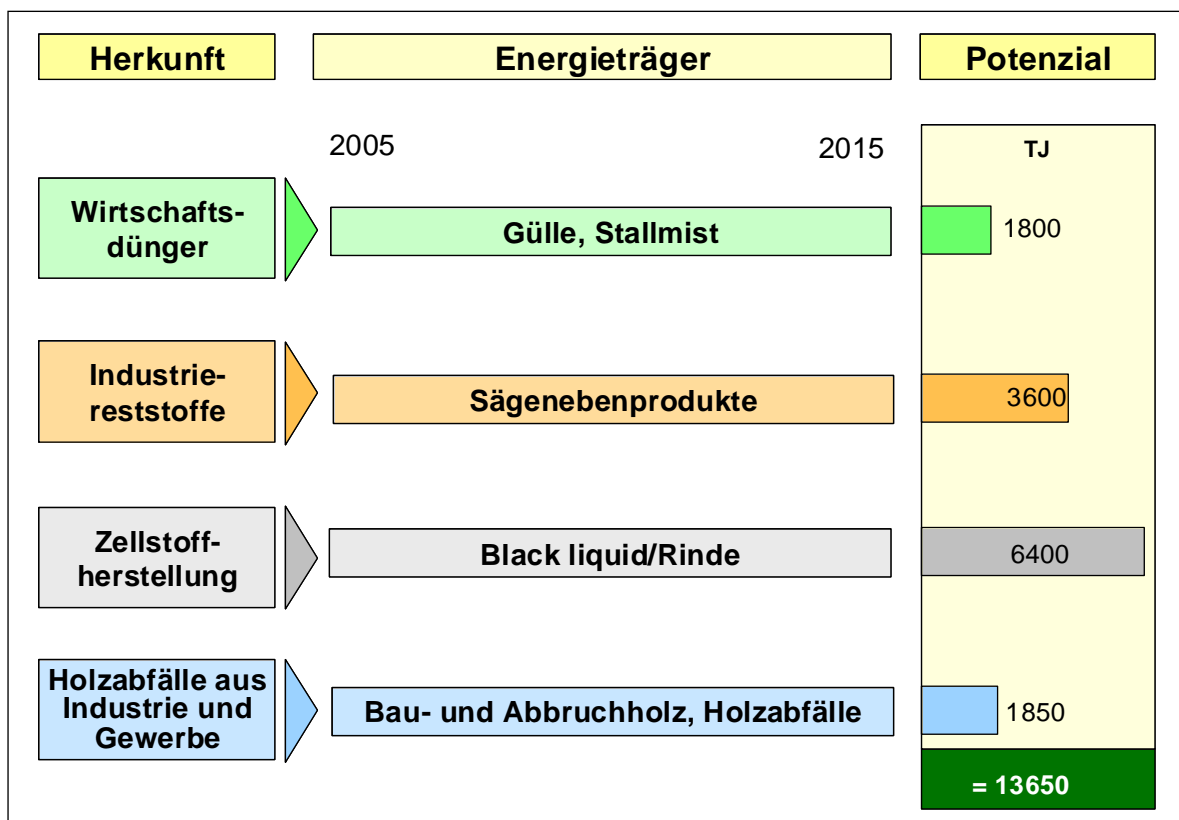


Abbildung 3: Biomassepotenzial aus Nebenprodukten und Reststoffen der Industrie und Landwirtschaft

Das Rohstoffpotenzial für eine Holzpelletproduktion ist bei den Industriereststoffen enthalten.

Die Abschätzung der Potenziale an Haupt- und Nebenprodukten aus der Land- und Forstwirtschaft für das Jahr 2015 geht davon aus, dass sich die Rahmenbedingungen nicht wesentlich verändern.

Danach hat die Forstwirtschaft bei einem Preisniveau < 70 €/t TM frei Werk, welches vor dem Hintergrund des EEG die Obergrenze der Wirtschaftlichkeit industrieller Holzenergieanlagen darstellt, ein maximales Potenzial an Waldenergieholz von 340 Tfm (kein Sägerestholz und Reisig), das entspricht ca. 3 500 TJ. Das zur Verfügung stehende Potenzial aus dem Staatswald des Freistaats Thüringen ist, unter Berücksichtigung der Versorgung stofflicher Holzverwerter, bereits in Energieholzkontrakten gebunden. Reserven in Höhe von ca. 100 Tfm sind im derzeit nicht regelmäßig bewirtschafteten Kleinprivatwald zu suchen. Eine stärkere Ausnutzung dieses Potenzials ist jedoch nur bei entsprechend höheren Preisen für den Rohstoff Holz, die dann die Mehraufwendungen bei der Bereitstellung decken, gewährleistet.

Bei weiter steigenden Preisen für fossile Brennstoffe steht dieses zusätzliche Potenzial daher in erster Linie dem privaten Hausbrand, weniger der industriellen Holzenergiebranche zur Verfügung. Über die Rohstoffbereitstellung für die Industrien z. B. für Zellstoff- und Holzwerkstoffwerke als Konkurrent zur Holzenergiebranche entscheidet maßgeblich der erzielbare Brennholzpreis.

Aus der Landwirtschaft können Biomassepflanzen von ca. 135 000 ha ca. 21 200 TJ, das entspricht 8,8 % des PEV, bereitgestellt werden. Grundlage bilden die Durchschnittserträge Thüringens der letzten Jahre. Der Anbau von Energiepflanzen auf 135 000 ha entspräche 20,2 % der Ackerfläche Thüringens (Abb. 4). Ohne die Versorgungssicherheit an Nahrungs- und Futtermitteln zu gefährden, könnte das Potenzial auf bis zu 30 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche ausgedehnt werden.

Ein erhebliches Potenzial von 20 750 TJ steht bei ausgeglichener Humusbilanz an Stroh zur Verfügung. Das Gesamtbiomassepotenzial Thüringens würde bei Einbeziehung dieser Menge 51 100 TJ, das entspricht ca. 21 % des PEV, betragen.

Herkunft	Energieträger		Potenzial
	2005	2015	TJ
Tha Wald 535	Selektionsmaterial	Tha	3500
Grünland 174	Silage, Heu	10	400
Futter/Mais 59 Hackfrüchte 20	Grünmasse, Silage	30	3900
Stilllegung 27	Ackerholz	10	1400
Körnerlegum. 14 Ölsaaten 115	Raps	50	4100
Getreide 383	Verwurfgetreide	5	500
	Stroh	30	8000
	Getreide, Mais	30	2900
Summe 1327 Tha		135 Tha	24700 TJ

Abbildung 4: Potenziale an Haupt- und Nebenprodukten aus der Land- und Forstwirtschaft (Strom mit nur 38 % des theoretischen Potenzials berücksichtigt)

Bei der Abschätzung der zukünftigen Nutzung von Stroh als Energieträger ergeben sich erhebliche Unsicherheiten. Dies ist vor allem in der erst beginnenden Technologieentwicklung begründet.

Chancen für die energetische Verwertung werden als Strohpellets (20 000 t) in Strohheizanlagen im ländlichen Raum (40 000 t) und in einer BTL- oder Ethanolanlage (500 000 t) gesehen.

Diese Menge entspricht ca. 8 000 TJ, damit ergibt sich ein technisch nutzbares Biomasepotenzial bis 2015 für Thüringen von

38 350 TJ \triangleq 16 % des PEV.

3 Anwendungsgebiete und Einsatzfelder

Für Thüringen ergeben sich folgende zu favorisierende Anwendungsfelder und Einsatzgebiete.

3.1 Wärme

1. Weiterer Ausbau der Scheitholz- und Pelletheizungen, vorrangig bei Privatpersonen.
2. Errichtung von Hackschnitzelheizungen in Einzelgebäuden mit hohem Wärmebedarf wie Schulen, Schwimmbäder, Krankenhäuser bzw. Plattenbauten im ländlichen Raum. In diesem Bereich hat Thüringen aus umweltpolitischer Sicht erheblichen Nachholbedarf. Die öffentliche Hand sollte die Vorreiterrolle übernehmen.
3. Errichtung von größeren Stroh- und Hackschnitzelheizungen als Grundlast mit Nahwärmenetz in neu zu erschließenden Gewerbe- und Wohngebieten bzw. Nachrüstung vorhandener Heizwerke in der Grundlast mit Biomasse (Stadtwerke).
4. Errichtung von Pilot- und Demonstrationsvorhaben zur Strohnutzung im kleineren und mittleren Bereich im ländlichen Raum, vorrangig in der Landwirtschaft und im Gartenbau.

3.2 Strom

1. Errichtung von KWK-Anlagen im kleineren Bereich ($< 1,5 \text{ MW}_{\text{elektr.}}$), mit Schwerpunkt ORC- und Stirling-Technologie mit konsequenter Wärme- und Kältenutzung.
2. Verstärkte Nutzung des EEG bei der Errichtung von KWK-Anlagen für Waldrestholz, Energiepflanzen und Stroh.
3. Ausschöpfung des Biogaspotenzials auf der Basis von tierischen Exkrementen und maximaler Einsatz von landwirtschaftlichen Kofermenten (NAWARO), Nutzung aller Möglichkeiten einer Abwärmenutzung zur Wärme- und Kälteerzeugung.
4. Förderung und wissenschaftliche Begleitung von Pilot- und Demonstrationsvorhaben zur Monofermentation von NAWARO im Nass- und Trockenverfahren.
5. Berücksichtigung der energetischen Nutzungspotenziale aus biogenen Reststoffen, wie Klär- und Deponiegas.

3.3 Kraftstoffe

1. Beibehaltung und weitere Unterstützung der Erzeugung und Nutzung von Rapsöl und Rapsölmethylester in Thüringen. Dabei ist die alleinige Nutzung (B 100) in Bus- sowie LKW-Flotten und in der Landwirtschaft sowie die Beimischung zu Diesel zu unterstützen.
2. Optimierung der Erzeugung und Bereitstellung von Ethanolgetreide, einschließlich der Verwertung der bei der Herstellung anfallender Nebenprodukte.
3. Bereitstellung von biogenen Rohstoffen für die Erzeugung von BTL-Kraftstoffen und verfahrenstechnische Optimierung der Bereitstellung (ab ca. 2010).

3.4 Rohstoffbereitstellung

1. Optimierung der Bereitstellung von Waldrestholz.
2. Entwicklung von Strategien zur Mobilisierung von Rohstoffreserven im Kleinprivatwald.
3. Integration des Energieholzanbaus in ackerbaulich geprägten Kulturlandschaften.

4 Maßnahmen zur Umsetzung

Um die Verwertung biogener Rohstoffe in den aufgeführten Einsatzfeldern zu unterstützen, werden verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen. Diese beziehen sich auf die Wissensvermittlung und Beratung, die Förderung, die Qualitätssicherung sowie die Vorbildwirkung.

4.1 Wissensvermittlung und Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit und Aufklärung werden weiterhin über das Thüringer Zentrum Nachwachsende Rohstoffe (TZNR) der TLL in Zusammenarbeit mit dem TMLNU nebst Geschäftsbereich, den Handwerkskammern und den Fachgremien des TBV abgesichert. Daneben leisten die Mitglieder des beim TMLNU bestehenden Fachbeirates Nachwachsende Rohstoffe (FbNR) einen wesentlichen Beitrag zur Öffentlichkeitsarbeit in der Wirtschaft über die sie delegierenden Institutionen. Die Öffentlichkeitsarbeit soll neben der Information zu interessanten Projekten, Messen und Ausstellungen sowie Produktlinien und Produkten, auch die Leistungen der öffentlichen Hand darstellen. Vor allem neue Medien sollten genutzt werden, um auch Kinder und Jugendliche zu erreichen. Für die allgemeine Beratung und Öffentlichkeitsarbeit sind Mittel für die Erstellung und den Vertrieb von Printmaterial, für die Organisation und Durchführung von Veranstaltungen sowie die Beratung erforderlich.

Es sind zunehmend die AGENDA-Gruppen, Branchenbeteiligte und bereits bestehende Fachgremien in die Wissensverbreitung sowie in die Organisation und Durchführung von regionalen Veranstaltungen unter Koordination des TZNR einzubeziehen.

Die Schwerpunkte und die Zielgruppen der Öffentlichkeitsarbeit/Aufklärung sind in der Grafik unter Punkt 5 anschaulich dargestellt. Der internationale Erfahrungsaustausch als wichtige Informationsquelle ist auszubauen. Die Zusammenarbeit mit anderen Bundesländern soll gefestigt werden.

4.2 Politische und rechtliche Rahmenbedingungen

Das Land Thüringen setzt sich dafür ein, dass im Rahmen seiner gesetzgebenden und verwaltungsrechtlichen Möglichkeiten, auch durch Einfluss auf die Bundesgesetzgebung, folgende Sachverhalte im Sinne der Biomasse verändert werden:

- Ausschöpfung der Handlungsspielräume nach § 35 BauGB bei der Zulassung größerer Biogasanlagen.
- Vereinfachung der Genehmigungsverfahren nach BImSchG (4. BImSchV) für Anlagen mit einer thermischen Leistung kleiner 5 MWth.
- Gleichstellung der Strohverbrennung mit der Holzverbrennung in der Bundesimmissionsschutzgesetzgebung für Anlagen kleiner 1 MWth.
- Beibehaltung der Mineralölsteuerbefreiung für Rapsölmethylester und Rapsöl aus deutscher Produktion für die Land- und Forstwirtschaft.
- Erstellung einer verbindlichen Aufstellung aller als nachwachsender Rohstoff einzu-stufenden Biomasse im Sinne des „NAWARO-Bonus“ sowie Aufnahme von Nebenprodukten, die bei der Verarbeitung von Energiepflanzen anfallen wie z. B. Schlempe, Rapskuchen und Kleie sowie von Sägeresthölzern als zugelassene Stoffe mit NAWARO-Bonus im Rahmen der Novellierung des EEG.

4.3 Förderung

Grundsätzlich sollten die vorhandenen Förderinstrumentarien sowohl Thüringens als auch des Bundes und der EU genutzt werden. Um stärker als bisher die Förderungen des Bundes und der EU ausschöpfen zu können ist eine Spezialberatung erforderlich (BIOBETH).

4.3.1 Forschung

- Die Kompetenzen der Hoch- und Fachhochschulen müssen stärker in die Bioenergieforschung eingebunden werden.
- Die Technologiekonzeption des Freistaates Thüringen muss bei der Fortschreibung und Weiterentwicklung die nach-

wachsenden Rohstoffe stärker berücksichtigen.

- Die angewandte Forschung zu Anbau und Erstverarbeitung erfolgt in Thüringen für Bioenergie weiterhin vorrangig drittmittelfinanziert über das TLL-Projekt „Öl-, Energie- und Industriepflanzen“ sowie im Mehrländerprojekt „Erzeugung von Ethanolgetreide und Schlempeverfütterung“.
- Nachwachsende Rohstoffe sind in Innovationsinitiativen zu integrieren. Beispielfähig sei hier das von der STIFT initiierte „Netzwerk Biogas“ unter Federführung der Fachhochschule Nordhausen genannt. Weiterhin sollte die Bildung der Netzwerke „Biogene Festbrennstoffe“ oder „Biokraftstoffe“ mit den Bereichen Logistik, Businesskontakte, internationaler Erfahrungsaustausch, Wissenstransfer, Produkte und Dienstleistungen sowie die Entwicklung von Clustern vorangetrieben werden. Finanzierungsmöglichkeiten über Förderprogramme der EU und des Bundes sind auszuschöpfen.

4.3.2 Pilot- und Demonstrationsvorhaben

Entscheidend für die Einführung neuer Verfahren ist die Minderung der finanziellen Risiken über Pilot- und Demonstrationsvorhaben. Als mittelfristige Schwerpunkte dafür werden angesehen:

- Neue Techniken zur Wärmeversorgung und Emissionsminderung
- Energiegewinnung aus Stroh (Ballen und Pellets) und Getreide
- KWK-Anlagen kleiner Leistung für die Verwertung lignocellulosehaltiger Biomasse (CARBO-V, ORC, Stirlingmotoren, Vergasung etc.)
- Etablierung von Biomassehöfen
- Anlage von Kurzumtriebsplantagen in Verbindung mit der Agrarraumgestaltung
- Erprobung und Einführung neuartiger Ernte-, Bergungs- und Transporttechnik für Biomasse
- Erprobung von Anbausystemen für die Biogasproduktion, inklusive der Logistikketten
- Optimierung der Biogastechnologie (Messung, Steuerung, etc.)
- Biogaserzeugung durch Nass- und Trockenfermentation ohne Gülle

- Wärmeverwertungsmöglichkeiten im Sommer, inklusive Wärmespeicherung und Kälteerzeugung
- Dezentrale Bioethanolerzeugung
- Eruierung von Standorten für große Biomasseverwertungsanlagen (BTL, Ethanol aus Lignocellulose)
- Modelle, die Waldbesitzer als Investoren in Biomasseheizkraftwerke beteiligen.

Zur Finanzierung sollen der Titel „Nachwachsende Rohstoffe“ im Haushalt des TMLNU und die bestehenden Förderprogramme, wie die Förderung „Technologie-transfer“ genutzt werden.

4.3.3 Investitionen

Durch die veränderten Rahmenbedingungen hat sich die Wettbewerbsfähigkeit biogener Rohstoffe im Energiesektor in vielen Bereichen verbessert. Dies betrifft vor allem die Stromerzeugung. Eine finanzielle Förderung hierfür ist daher nur bei Techniken notwendig, die kurz vor der Wirtschaftlichkeit stehen bzw. zur Erschließung größerer Potenziale aus der Land- und Forstwirtschaft dienen. Bei der Wärmeerzeugung und -verteilung besteht dahingegen erheblicher Handlungsbedarf. Bestehende Förderprogramme des Freistaates sind vor diesem Hintergrund anzupassen. Finanzierungsmöglichkeiten über Programme des Bundes und der EU sind besser auszuschöpfen.

Folgende Einsatzgebiete müssen berücksichtigt werden:

1. Automatisch beschickte Feuerungen (Holzpellet und Hackgut) im privaten, gewerblichen und kommunalen Bereich (einschließlich Landwirtschaft):
 - 50 €/kW installierter Wärmebedarfsleistung,
 - 40 €/lfd. m Wärmenetz,
 - max. 20 % der Investitionskosten,
 - max. 2 MW_{th}.
2. Halmgutverbrennungsanlagen in der Landwirtschaft und in Gartenbaubetrieben (oder von Landwirten als mindestens 50 % Anteilseigner betrieben):
 - 100 €/kW Wärmebedarfsleistung,
 - 40 €/lfd. m Wärmenetz,
 - max. 30 % der Investitionskosten,

- Zuschuss von 80 % der Kosten des Genehmigungsverfahrens bei Anlagen von 100 kW_{th} bis 1 MW_{th},
 - max. Anlagengröße 5 MW.
3. Biomasseheizkraftwerke und Biogasanlagen mit < 500 kW elektrischer Leistung erhalten einen Zuschuss für die Errichtung von Wärmenetzen von max. 50 % der Investitionskosten, wenn folgende Parameter eingehalten werden:
 - Mindestjahresenergiebedarf von 500 MWh,
 - Wärmebelegungsdichte > 1,5 MW pro Jahr und Netz.
 4. Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung und Effizienzsteigerung der bei der Biogasverstromung anfallenden Wärme:
 - Gas- oder Nahwärmeleitungen zwischen Biogasanlage und Endverbraucher. Förderung von 49 % der Investitionen,
 - Langzeitwärmespeicher, Absorptionskälteanlagen Förderung von 30 % der Investitionskosten.
 5. Gezielte Förderung dezentraler Verestungsanlagen in der Landwirtschaft in Kopplung mit den vorhandenen dezentralen Ölsaatenverarbeitungsanlagen, 35 bis 40 % Investitionsförderung.
 6. Förderung von Pilot- und Demonstrationsvorhaben mit mehr als 1 MW thermischer Leistung (bzw. 100 kW elektrischer Leistung bei festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen) bis zu 35 % der förderfähigen Investitionskosten. Das Programm ist mit 3. kumulierbar.
 7. Für die weitere Erschließung von Holzpotenzialen ist der Ausbau der Förderrichtlinien zur Förderung der Vermarktung und Verarbeitung von Holz sowie zur Förderung des Einsatzes von Holz bei der energetischen Verwertung anzustreben.

Alle Programme sind an den Einsatz von naturbelassener Biomasse aus der Land- und Forstwirtschaft gebunden (keine Abfälle).

Die Programme sind laufend zu evaluieren und an die Rahmenbedingungen anzupassen.

4.4 Spezialberatung - BIOBETH

Immer mehr wird aus Wirtschaft und Politik die Aufklärung zu Möglichkeiten der Realisierung zum Einsatz von Bioenergie in Kommunen, Wirtschaft, Land- und Forstwirtschaft angemahnt. Instrument dafür ist die Beratung, die betriebswirtschaftlich tragfähige Lösungen zur Nutzung der Biomasse in Thüringer Unternehmen und Kommunen aufzeigen soll.

Die Spezialberatung BIOBETH soll diese Aufgabe einschließlich der Investitionsberatung forstlicher Lohnunternehmer hinsichtlich Technik zur Herstellung von Energieholz übernehmen. Als Vorbilder gelten CARMEN in Bayern, das Kompetenzzentrum Biomassenutzung in Schleswig-Holstein, NaRo.Net in Niedersachsen oder AGROFORST in Niederösterreich. Auch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe in Gülzow ist überwiegend beratend tätig.

Dabei stellt BIOBETH eine unabhängige Spezialberatung dar, die in der Vorprojektphase tätig wird. BIOBETH übernimmt keine Aufgabe im Sinne eines Planungsbüros.

Die unabhängige Spezialberatung von BIOBETH in der Vorprojektphase sollte in Thüringen folgende Punkte betreffen:

- Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Umweltwirkungen,
- Aufklärungsarbeit (Einwohnerversammlungen, etc.),
- Klärung der Rohstoffbereitstellung aus der Land- und Forstwirtschaft,
- Finanzierungs- und Betreibermodelle einschließlich Contracting.

Die Aufgabenfelder von BIOBETH stellen sich, wie folgt dar:

1. Beratung und Information zu Objekten, die aktiv ausgewählt oder an BIOBETH herangetragen werden.
2. Erstellung von Konzepten zu Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit
3. Projektskizze/Abschätzung mit abschließender Empfehlung
4. Eruiierung von Fördermaßnahmen
5. Durchführung von Bildungsmaßnahmen und Informationsveranstaltungen.

BIOBETH hat die Zielstellung, eine kostengünstige und umweltverträgliche Bioenergiebereitstellung für Kommunen, KMU's, Land- und Forstwirtschaft mit einheimischen Rohstoffen zur Erhaltung der Wertschöpfung in Thüringen zu ermöglichen. Die Einbeziehung anderer erneuerbarer Energien wird dabei Berücksichtigung finden.

Die Spezialberatung soll vom TZNR in Dornburg gesteuert werden, in dem das Beratungswissen erarbeitet, die Beratung angeleitet und Bildungsveranstaltungen auch für das Beratungsklientel durchgeführt werden. Als Infrastrukturthergrund ist vorgesehen, den BUGA-Pavillon Nachwachsende Rohstoffe nach Dornburg umzusetzen. Zur Realisierung der Beratung selbst ist noch zu prüfen, wie vorhandene private oder auch öffentliche Initiativen, wie z. B. der Arbeitskreis Energieberatung e. V., das Umweltzentrum des Handwerks und die Naturstiftung David oder die Kombination genutzt werden können. Für die notwendige Förderung soll die Maßnahme „Unterstützung der lokalen Nachhaltigkeit, insbesondere im Hinblick auf eine Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz“, kofinanziert aus dem ELER mit Beginn der Programmplanungsperiode 2007 bis 2013 genutzt werden. Die in der Anlaufphase und für die Anleitung der Berater erforderlichen Landesmittel sind in der Haushaltsausstellung zu untersetzen.

BIOBETH arbeitet eng mit den vorhandenen Beratungsinstitutionen und Fachbehörden des Landes zusammen.

4.5 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung ist wesentlich für eine weitere Marktentwicklung. Folgende Schwerpunkte werden gesehen:

- Die Qualität der Ausführung von Anlagen zur energetischen Verwertung ist von entscheidender Bedeutung für die Wahl des Energieversorgungssystems. Insbesondere bei mittelgroßen Anlagen (100 kW bis 2 MW) im privaten und gewerblichen Bereich ist eine hohe Qualität unerlässlich. Das QM-System (Qualitätsmanagement Holzheizwerke) sollte in Thüringen eingeführt werden. Dieses System wird derzeit erfolgreich von Österreich, der Schweiz,

Baden-Württemberg und Bayern praktiziert.

- Die Weiterbildung und Schulung von Biogasanlagenbetreibern ist in Zusammenarbeit der Bundesländer Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen (Landesanstalten und Bauernverbände) weiter auszubauen und abzusichern.
- Das Qualitätssicherungsverfahren bei der dezentralen Herstellung von Rapsöl ist thüringenweit zu etablieren (V.: TZNR, Ausschreibung).
- Die Ansätze zur Produktion von Qualitätspellets auf Holz-, Stroh- und Grünuttbasis in Thüringen sind zu unterstützen. Dies kann nur in enger Zusammenarbeit mit Anlagebetreibern erfolgen (V.: TZNR).

4.6 Vorbildwirkung des Freistaates Thüringen

Der Freistaat Thüringen sollte zur Erreichung der Klimaschutzziele Thüringens eine Vorreiterrolle bei der Nutzung von Bioenergie und ihrer staatlichen Förderung übernehmen. Das Nachhaltigkeitsabkommen zwischen der Landesregierung und der Thüringer Wirtschaft sollte hier beispielgebend sein.

Als Schwerpunkte für den Freistaat Thüringen werden angesehen:

- Mittelfristig ist die Wärmeversorgung mit 15 % über Bioenergie in Gebäuden des Freistaats anzustreben. Vor einer Neu- bzw. Ersatzinvestition ist eine vergleichende Wirtschaftlichkeitsanalyse zwischen einer Biomasse- und einer Öl- bzw. Gasheizanlage durchzuführen. Die Analyse wird durch BIOBETH unterstützt und fachlich begleitet. Die Entscheidung für das Heizsystem ist grundsätzlich nach den Wärmegestehungskosten (ct/kWh) zu treffen. In die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach VDI 2067 zu den Biomasseheizanlagen sind volkswirtschaftliche Aspekte, z. B. Ressourcenschonung und insbesondere Umwelteffekte z. B. CO₂-Vermeidung einzubeziehen. Im Allgemeinen kann von einer Gesamtwirtschaftlichkeit von Biomasseanlagen gegenüber Öl- bzw. Gasheizanlagen ausgegangen werden, wenn
 - die höheren Investitionskosten der Biomasseanlagen zu mehr als 90 %

- aus niedrigeren laufenden Kosten gedeckt werden können oder
- unter Einbeziehung der im Abschnitt 4.3.3 vorgesehenen Investitionshilfen mindestens gleiche Wärmegestehungskosten erreicht werden.
- In Gebieten mit ungünstigen meteorologischen Bedingungen (z. B. schlechter Luftaustausch) ist bei Vorhaben des Freistaates Thüringen der neuste Stand der Technik zur Senkung der Schadstoffemissionen (insbesondere Feinstaub) bei der Biomassenutzung zu realisieren.
- Bei einer öffentlichen Ausschreibung zur Energieversorgung sind Contracting-Modelle einer haushaltsintensiven Lösung (Eigenversorgung) in einem Wirtschaftsvergleich gegenüber zu stellen.
- Bei Einrichtungen mit natur- oder umweltnahen Bezug sollte grundsätzlich geprüft werden, inwieweit die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen (Bauen, Innenausbau, Einrichten und Energiegewinnung) möglich ist. Vor allem in Einrichtungen der Forstwirtschaft ist die Nutzung von Holz zur Wärmeversorgung besonders in Betracht zu ziehen.
- Zur Schließung von Stoffkreisläufen sowie zur regionalen Wertschöpfung sind vom

Freistaat Thüringen vorrangig regional erzeugte Rohstoffe zu verwenden. Zur Erreichung der Ziele der EU-Biokraftstoffrichtlinie sind im Fahrzeugpark des Freistaates Thüringen unter umwelt- und wirtschaftlichen Gesichtspunkten verstärkt biogene Kraftstoffe (z. B. E85, BTL) einzusetzen.

- Den Thüringer Kommunen wird empfohlen, sich im Rahmen ihrer finanziellen Möglichkeiten den vorgenannten Anstrengungen des Freistaates anzuschließen. Daneben sollten die Städte und Gemeinden aus umweltpolitischer Sicht dafür Sorge tragen, dass für feste Biobrennstoffe in B-Plan-Gebieten kein genereller Ausschluss besteht, indem sie die Planungsunterlagen entsprechend fassen. BIOBETH bietet seine Leistungen auch in Kommunen an.

5 Zusammenfassung

Die aufgeführten Maßnahmen dienen dem beschleunigten Ausbau der Bioenergienutzung im Freistaat. Eine Zusammenstellung ist nochmals in der abschließenden Grafik vorgenommen worden.

Bioenergieschwerpunkte für Thüringen 2005 – 2010 (2015)

Einsatzgebiet	Rohstoffbe- reitstellung	For- schung	Privat	Kommunen	Gewerbe, Industrie	Landw.	Land
Scheitholzvergaserkessel /Pelletheizungen		-	Ö	Ö	-	-	-
Getreide- und Strohpellettheizungen	X	X	Ö	-	-	D / B	D / B
Hackschnitzelheizungen (Einzelobjekte)		-	Ö / B / F				V
Hackschnitzelheizungen (Nahwärme)		-	-	Ö / B / F / D			V
Strohheizungen – Ballen (Einzelobjekte / Nahwärme)		X	-	Ö / B / F / D			
Heizkraftwerke (< 3 MW _{elektr.})		X		B / F / D			
Heizkraftwerke (> 3 MW _{elektr.})		-	-	-	-	-	-
BTL-Kraftstoff	X	X	-	-	D	-	-
Rapsölmethylester		-	Ö	B / V	B	Ö	V
Rapsöl	X	-	Ö	-	-	B / D / F	-
Ethanol	X	X	-	D	-	-	D
Biogas – Güllebasis /Dung	-	-	-	-	-	B	-
Biogas – Kofermentation NR	X	X	-	-	-	B	-
Biogas – Mononassferment. NR	X	X	-	Ö / B / F / D			-
Biogas – Trockenferment. NR	X	X	-	Ö / B / F / D			-

Ö = Öffentlichkeitsarbeit/Aufklärung

F = Förderung

X = zu bearbeitende Fragestellungen

B = Beratung (objektbezogen)

D = Demonstrations- und Pilotprojekte

V = Vorbildwirkung öffentliche Hand

Anlage

Potenziale, Stand und Möglichkeiten der Bioenergienutzung in Thüringen

1 Einleitung

Die Energiepolitik rückt zunehmend in das öffentliche Interesse. Dies ist vor allem in einer starken Sensibilisierung der Bevölkerung für umweltpolitische Themen, insbesondere die „Klimaveränderung“, die deutlich werden- de Verknappung von fossilen Rohstoffen so- wie deren Verfügbarkeit begründet. Zudem hat der Irakkrieg die Abhängigkeit des Preises von äußeren Einflüssen sehr deutlich veran- schaulicht. Schlagworte wie „die Zeiten des billigen Öls sind endgültig vorbei“ geben die allgemeine Stimmung wider. Weitere Argu- mente, wie Sicherheit und Gewährleistung ei- ner preiswerten Energieversorgung sowie die Erhaltung und Schaffung von Arbeitsplätzen in Deutschland spielen ebenfalls zunehmend eine Rolle.

Für eine nachhaltige Energie- und Klimapolitik werden vor allem die Einsparung an Ener- gie, die Nutzung von Kernenergie (umstrit- ten) und der Ausbau regenerativer Energien als die wesentlichsten Optionen angesehen. Die Europäische Union hat in ihrem Weiß- buch für erneuerbare Energien einen Zielwert von 12 % am Primärenergieverbrauch formu- liert. Dazu erfolgte eine Abschätzung der Nutzung und des Potenzials der einzelnen regenerativen Energieträger. Der Biomasse wurde dabei das größte Potenzial zuge- schrieben (Abb. 1).

Die Bundesregierung hat sich das Ziel ge- setzt, bis zum Jahr 2010 12,5 % des Stroms und 4,2 % des Primärenergieverbrauches und bis 2020 mindestens 20 % des Stroms und 10 % der Primärenergie aus erneuerba- ren Energiequellen zu decken. Auch bei die- ser Zielstellung soll die Biomasse den Hauptanteil liefern. Thüringen hat sich zum Ziel gesetzt, 12 bis 15 % des Primärenergie- verbrauchs bis 2010 aus regenerativen Ener- gieträgern zu erzeugen, die Bioenergie soll dabei einen Anteil von 75 % einnehmen. Im Jahr 2004 betrug der Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch bereits 10,1 %. Aus den Zielstellungen lässt sich schlussfolgern, dass kurz- und mittelfristig die EU, der Bund und auch das Land Thürin- gen innerhalb der regenerativen Energien der Biomasse die größten Chancen und Mög- lichkeiten einräumen.

Um die anvisierten Zielstellungen zu errei- chen sind erhebliche Anstrengungen nötig. Verbesserte globale und nationale Rahmen- bedingungen für die Nutzung von Bioenergie lassen einen langsamen, schrittweisen An- stieg erwarten.

Im Thüringer Bioenergieprogramm sollen die Potenziale an technologisch verfügbaren bio- genen festen, gasförmigen und flüssigen Bio- energieträgern erfasst und bewertet sowie die Möglichkeiten einer weiteren Erschlie- ßung von Rohstoffquellen aufgezeigt werden.

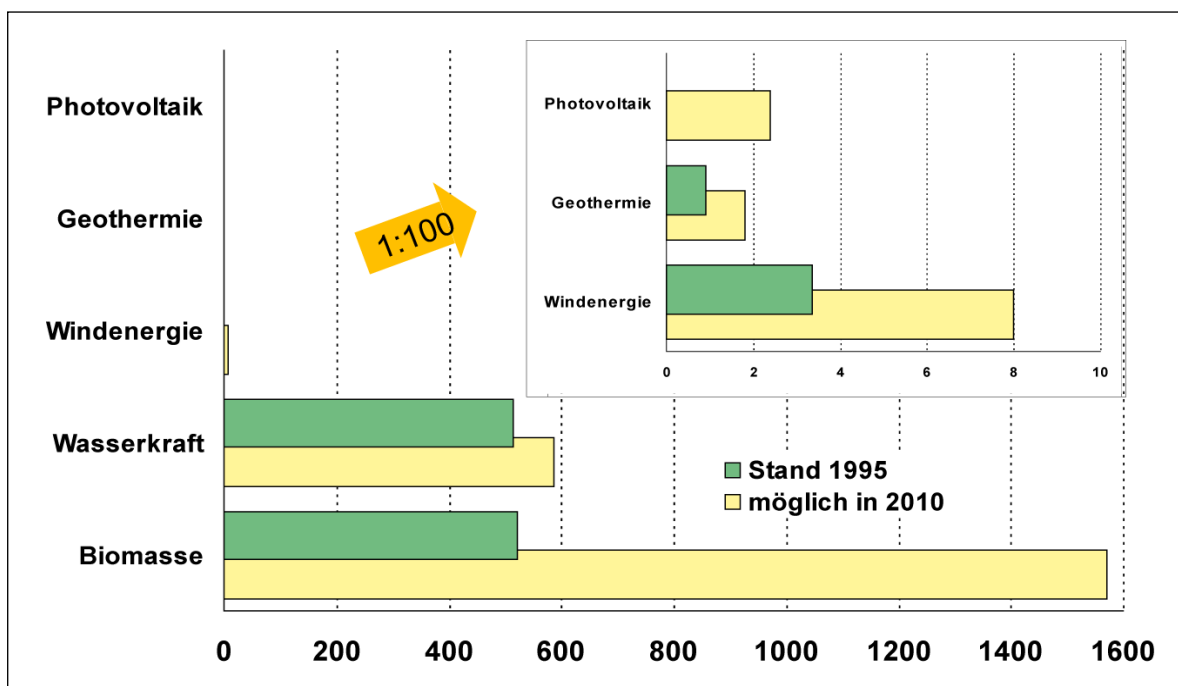


Abbildung 1: Nutzung und Potenzial alternativer Energieträger in TWh/a

Des Weiteren sind potenzielle Nutzer aus den privaten, wirtschaftlichen und öffentlichen Bereichen zu definieren, Hemmnisse bei der Nutzung zu erfassen und Lösungsmöglichkeiten darzustellen.

Zusätzlich sind zeitlich befristete Förderungen zu benennen und Wege einer verstärkten Öffentlichkeits- und Beratungstätigkeit aufzuzeigen.

Der Nutzen ergibt sich vor allem durch eine Stärkung des ländlichen Raumes. „Der Landwirt als Energiewirt“ heißt, dass sich die Land- und Forstwirtschaft neue Einkommensquellen erschließt.

Die Bereitstellung und Nutzung biogener Kraft-, Brenn- und Treibstoffe schafft damit echte Umweltarbeitsplätze in Thüringen.

2 Analyse des Ist-Zustandes

2.1 Gesellschaftspolitische Zielstellungen

Klimaschutz

Die globalen Klimaveränderungen sind das größte Umweltproblem, dem sich die Menschheit heute gegenüber sieht. Neuere Erkenntnis-

se, z. B. das „Intergovernmental Panel on Climate Change“ belegen den eintretenden Klimawandel, auch wenn dafür die endgültigen Beweise noch ausstehen.

Der anthropogene Treibhauseffekt, der auf den vom Menschen verursachten zusätzlichen Treibhausgasemissionen beruht, wird heute zu ca. 50 % dem Kohlendioxid zugerechnet. Die wichtigste Quelle dieser Emissionen ist die Verbrennung fossiler Energieträger.

Mit dem 1997 verabschiedeten „Kyoto-Protokoll“ wurde erstmals eine rechtsverbindliche Verpflichtung der Industriestaaten zur Begrenzung und Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen erreicht. Die Europäische Union hat sich verpflichtet, die Emissionen der sechs wichtigsten Treibhausgase um 8 % im Zeitraum 2008 bis 2012 (Basis 1990) zu reduzieren. Die anspruchsvolle Zielstellung der Bundesrepublik Deutschland beinhaltet eine Reduzierung der CO₂-Emission um 25 % bis zum Jahr 2005, bezogen auf das Basisjahr 1990. Einem Rückgang bei der Industrie und der Energiewirtschaft steht nun allerdings eine Zunahme bei den Emissionen aus dem Verkehr und den Haushalten gegenüber (Abb. 2).

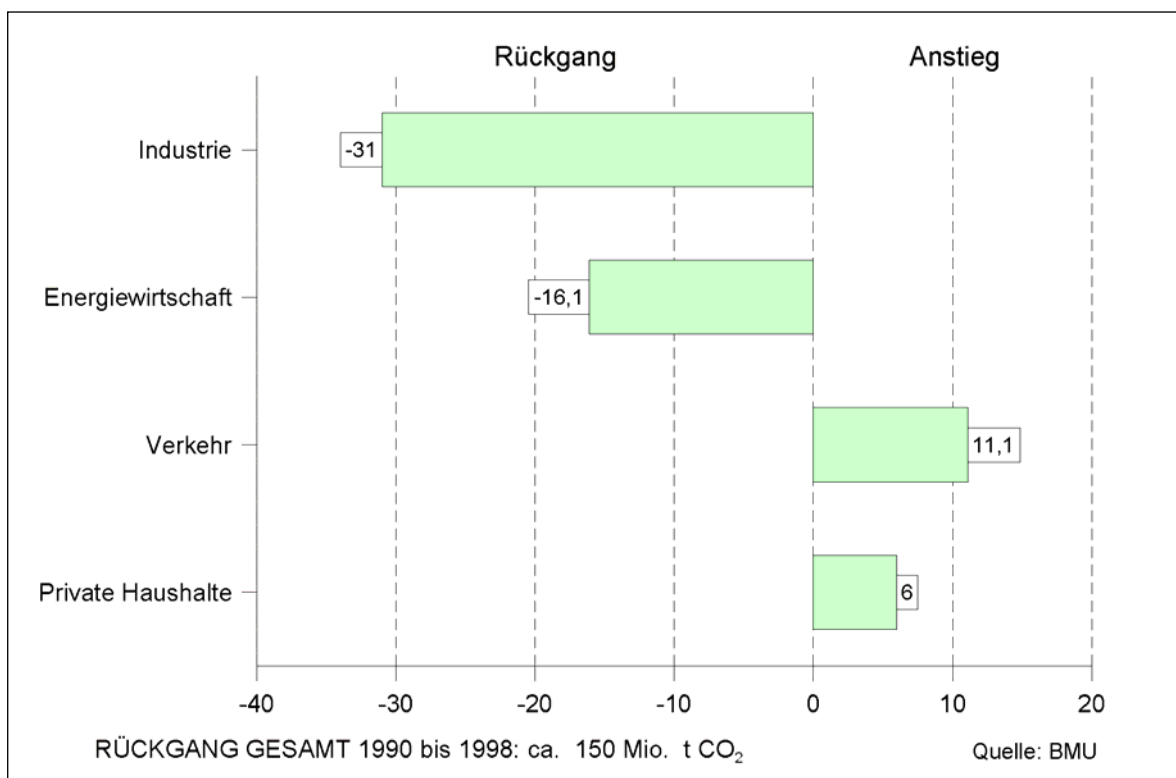


Abbildung 2: Energiebedingte CO₂-Emissionen (%) in Deutschland nach Verursachern

Die erzielten Erfolge sind zur Hälfte auf die wirtschaftliche Umstrukturierung im Zusammenhang mit der deutschen Wiedervereinigung zurückzuführen. Die andere Hälfte entfällt auf eine aktive Klimapolitik, die aktuell vor allem durch eine Rückführung der Subventionen für den Steinkohlebergbau, einem vermehrten Einsatz von Erdgas sowie die Ökosteuer und das Erneuerbare-Energien-Gesetz geprägt ist.

Der Freistaat Thüringen ist aufgrund seiner Verfassung, Artikel 31, Pkt. 3: **„Mit Naturgütern und Energie ist sparsam umzugehen. Das Land und seine Gebietskörperschaften fördern eine umweltgerechte Energieversorgung“**, besonders in der Pflicht. Auf dem 2. Thüringer Klimaforum wurde deutlich, dass die Landesregierung den Klimaschutz als eines der zentralen umweltpolitischen Aufgabenfelder betrachtet. Möglichkeiten dazu aktiv beizutragen, ohne die Wirtschaft negativ zu beeinflussen sind:

- Umstellung auf kohlenstoffarme Energieträger (z. B. Erdgas)
- sparsamer Umgang mit Energie
- Einsatz regenerativer Energien

Die Abbildung 3 zeigt deutlich den hohen energiebedingten Anteil an den Treibhausgasemissionen (ca. 70 %), sodass hier der Hauptansatzpunkt zur Reduzierung gegeben ist.

Ressourcenschutz

Die Schonung fossiler Ressourcen von kohlenstoffreichen Energieträgern ist ebenfalls ein wichtiges Anliegen. Nach unterschiedlichen Schätzungen reichen die Vorräte an Erdgas und Erdöl noch 45 bis 80 Jahre (UBA, 1997). Der ansteigende Verbrauch an fossilen Energieträgern hat bereits einen Anstieg der Preise zur Folge. Dies bedingt eine verbesserte Konkurrenzfähigkeit der biogenen zu fossilen Energieträgern. Daneben sollte nicht unbeachtet bleiben, dass Bioenergieerohstoffe in der Regel regional, d. h. verbraucher-nah erzeugt werden. Die Nutzung von Bioenergie trägt damit auch zur Planbarkeit und Sicherheit der Energieversorgung bei.

Wirtschaft

Die Entwicklung neuer effizienter Techniken und Verfahren zur Bereitstellung von Biomasse sowie zu deren Konversion kann neue Betätigungsfelder für die mittelständige Industrie und das Handwerk bringen. Das reicht von der Entwicklung und dem Bau von modernen Heizanlagen über Techniken zur Kraft-Wärmekopplung wie z. B. ORC-Anlagen, Stirlingmotoren bis zu Komplettlösungen wie Heizkraftwerken, Biogasanlagen, Kaltpress- und Rapsölmethylesteranlagen.

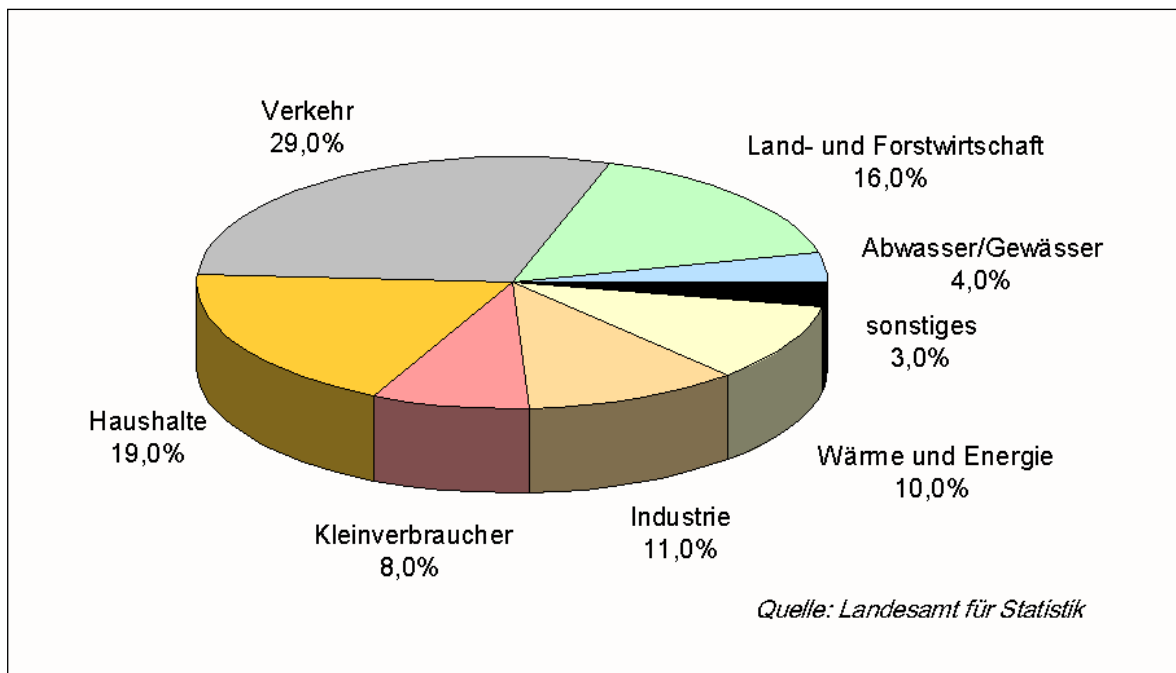


Abbildung 3: Anteile an Treibhausgasemissionen im Freistaat Thüringen 1995/96

Für das Handwerk speziell ergeben sich zahlreiche Betätigungsfelder, vor allem bei der Errichtung und Wartung von Zentralheizungsanlagen. Als gutes Beispiel können die, durch die Förderung des Freistaates ausgelösten Investitionen von **129 Mio. Euro** (1991 bis 2005) in diesem Bereich angesehen werden. Mit jedem Euro Förderung wurden über 6 Euro an Investitionen ausgelöst, die als Auftragsvolumen für das Thüringer Handwerk verbuchbar sind. Die Anlagen wurden vorrangig in den walddreichen ländlichen, d. h. größtenteils auch strukturschwachen Regionen errichtet. Indirekt erfolgt damit eine politisch wünschenswerte Strukturförderung des ländlichen Raumes.

Land- und Forstwirtschaft

Die Erzeugung und Nutzung von Bioenergie ist prädestiniert für den ländlichen Raum und damit für die Land- und Forstwirtschaft. Für den Forstbereich ergibt sich neben der Belieferung von Zellstoffwerken wieder ein nennenswerter Markt im Schwachholzbereich.

Für die Landwirtschaft ist weiterhin eine flächendeckende Bewirtschaftung durch den Anbau von Energiepflanzen möglich. Zudem werden überschüssige Nahrungs- und Futtermittel vom nationalen als auch vom internationalen Markt genommen. Neben einer Stabilisierung der Preise werden die Spielräume für internationale Verhandlungen (WTO) ausgeweitet. Die aufgezeigten wirtschaftlichen und umweltpolitischen Gesichtspunkte verbessern auch das Image der Landwirtschaft.

2.2 Primär- und Endenergieverbrauch

Der Primärenergieverbrauch (PEV) in Deutschland ist seit Anfang der 90er Jahre trotz wirtschaftlichen Wachstums im Trend rückläufig. Als Ursache wird eine stetige Verbesserung der Energieeffizienz angesehen (BMWi 2006, Energiedaten). Des Weiteren geht der Trend zum Mineralöl und Naturgas, d. h. der Anteil kohlenstoffreicher Energieträger (Steinkohle und Braunkohle) ist rückläufig (Abb. 4).

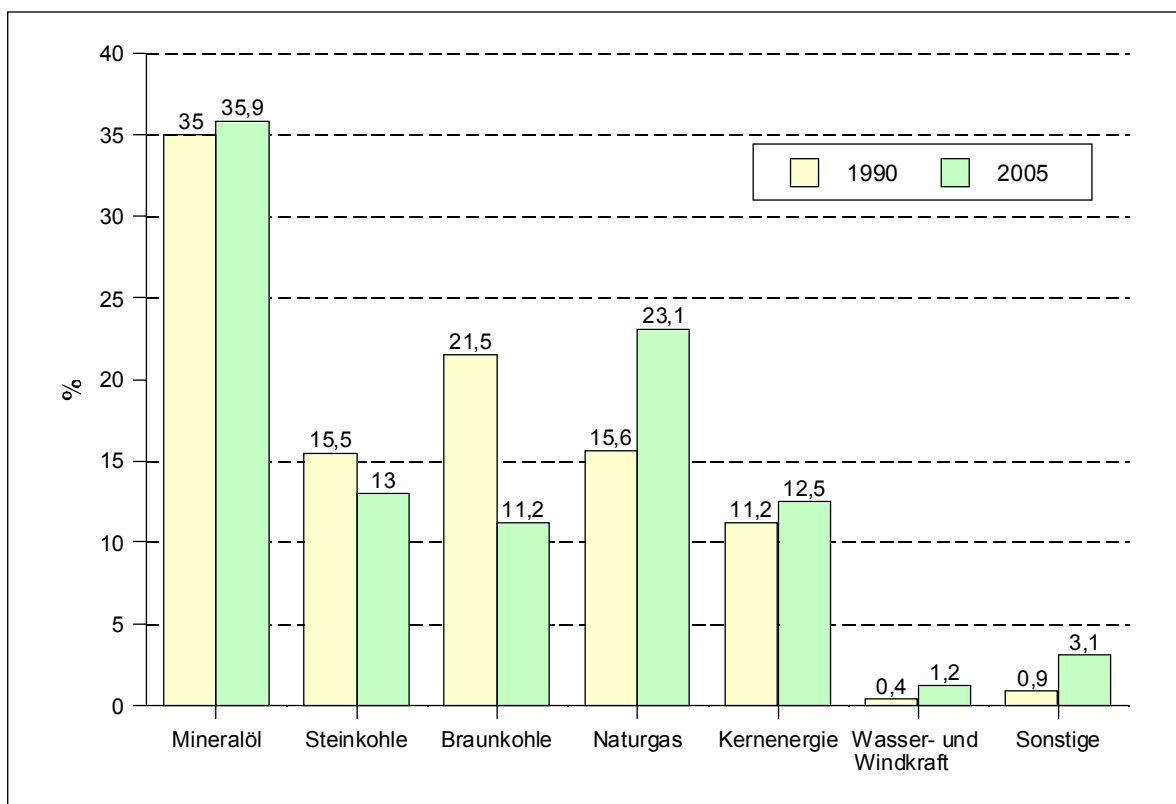


Abbildung 4: Veränderung des Primärenergieträgermixes 2005 gegenüber 1999

Dagegen ist der Anteil erneuerbarer Energien verschwindend gering. Er betrug im Jahr 2004 ca. 4,0 % des PEV \triangleq 563 PJ. Davon entfielen auf die Biomasse mehr als 50 %. Das bedeutend höhere Anteile an erneuerbaren Energien am Energieverbrauch möglich sind, zeigt der Durchschnitt der EU beim Bruttoinlandsenergieverbrauch (2000: 6 %) bzw. die hohen Anteile an erneuerbaren Energien in den skandinavischen Ländern und in Österreich (Abb. 5).

Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt weist Thüringen einen bedeutend höheren Anteil von Gas am Primärenergieverbrauch auf. Der sehr geringe Anteil an Stein- und Braunkohle wird durch den Strombezug ausgeglichen. Mit 10,1 % liegt der Anteil an erneuerbaren Energien in Thüringen deutlich über dem Bundesdurchschnitt (Abb. 6). Bei diesen Zahlen ist zu beachten, dass Thüringen mit 105 GJ/a und Kopf der Bevölkerung einen bedeutend geringeren Verbrauch als der Bundesdurchschnitt mit 173 GJ aufweist.

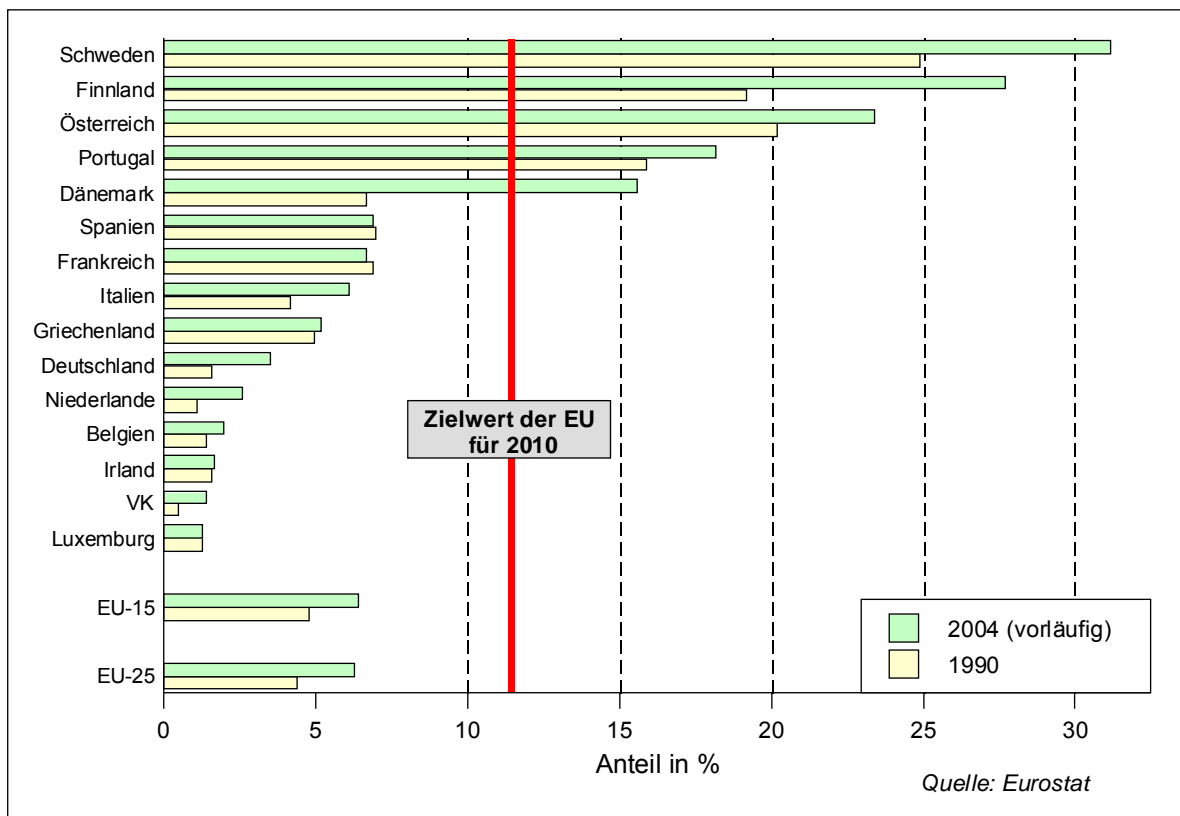


Abbildung 5: Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoinlandsenergieverbrauch

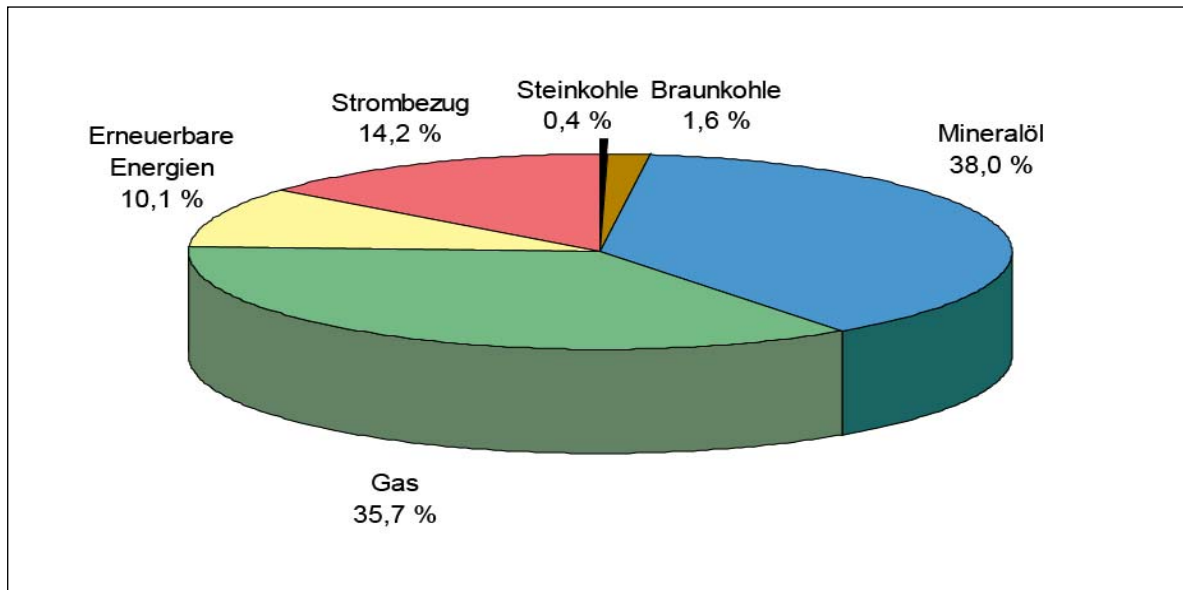


Abbildung 6: Primärenergieverbrauch in Thüringen 2004

2.3 Bioenergiepotenziale Thüringens

2.3.1 Definition und Einordnung

Für die drei Energienutzungsformen Wärme, Mobilität und Elektrizität ergeben sich für land- und forstwirtschaftliche Biomassen zahlreiche Einsatzgebiete. Dabei ist neben der Nutzung vor allem die Form, d. h. in feste, flüssige und

gasförmige Bioenergieträger zu unterscheiden. Die ursprüngliche Form kann für die Nutzung noch in eine Zwischenstufe, z. B. Vergasung von Holz mit anschließender Verflüssigung, überführt werden. Die vielfältigen Möglichkeiten der Erzeugung und Verwertung von Energiepflanzen sind aus Abbildung 7 ersichtlich.

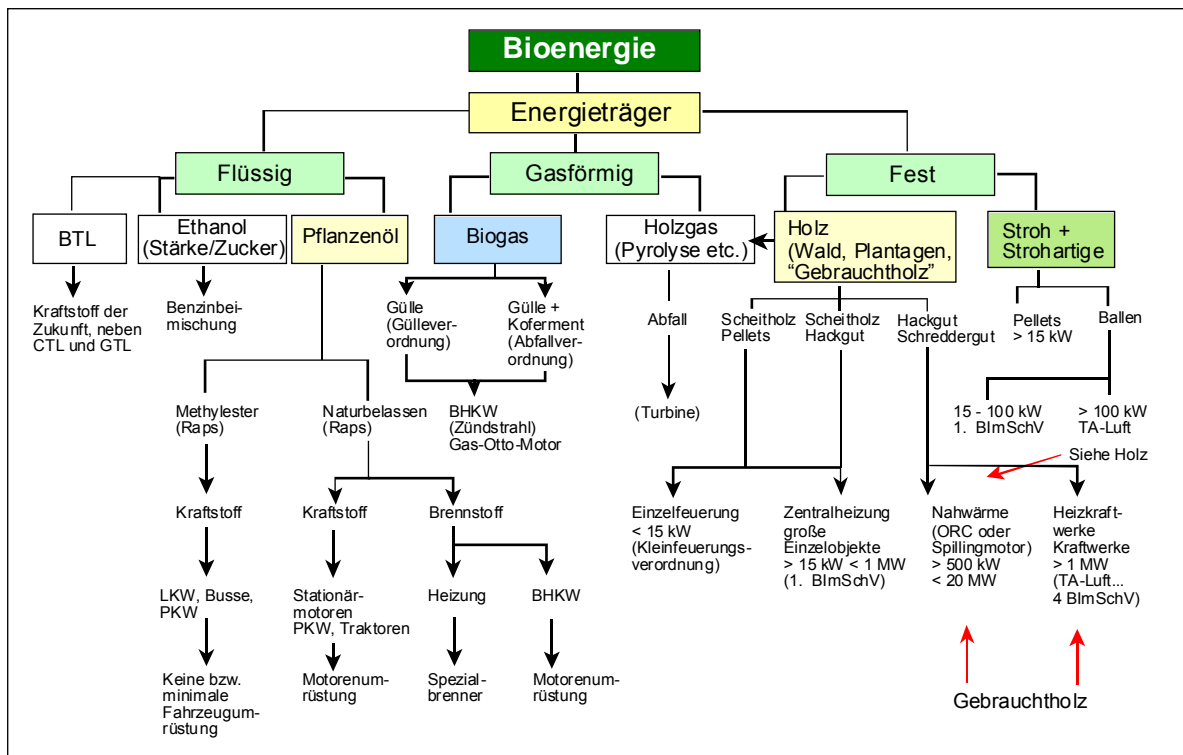


Abbildung 7: Möglichkeiten zur Erzeugung und Verwertung von Bioenergie

Für die Ermittlung der Potenziale ist als Voraussetzung der Begriff „Biomasse für die energetische Verwertung“ zu definieren. Als Grundlage bietet sich die „Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse“ an. Unter § 2 sind die anerkannten Biomassen aufgeführt. Die vorliegende Studie lehnt sich an diese Aufstellung an, ebenfalls übernommen wird der § 3a, welcher nicht anerkannte Biomassen, z. B. gemischte Siedlungsabfälle, Klärschlämme, Tierkörper und Tierkörperenteile, Deponie- und Klärgas aufführt. Das einige Bundesländer dies durchaus unterschiedlich handhaben, ist z. B. daran zu ersehen, dass Bayern Klärschlamm, Biomasse in Abfällen und Klärgas als Biomasse definiert und mit ca. 1 % am PEV ausweist. Das Institut für Energetik Leipzig (IE) weist für Deutschland

ein erhebliches Rohstoffpotenzial für die energetische Nutzung aus (Abb. 8).

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt hat diese Biomassepotenziale für Deutschland deutlich nach oben korrigiert. Danach könnten 2030 2 200 PJ, d. h. 17,4 % des PEV Deutschlands über Biomasse abgedeckt werden. Davon entfallen 34 % auf Holz, 59 % auf Energiepflanzen, Stroh und 7 % auf Biogas.

Der Anbauumfang würde dann 4,3 Mio. ha betragen, d. h. die doppelte Anbaufläche wie beim IE. Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) bezieht sich auf eine Studie von FRITSCH und kommt für das Jahr 2010 auf ein Potenzial von 1 200 PJ. Knapp 50 % sollen dabei über Energiepflanzen bereitgestellt werden (Abb. 9).

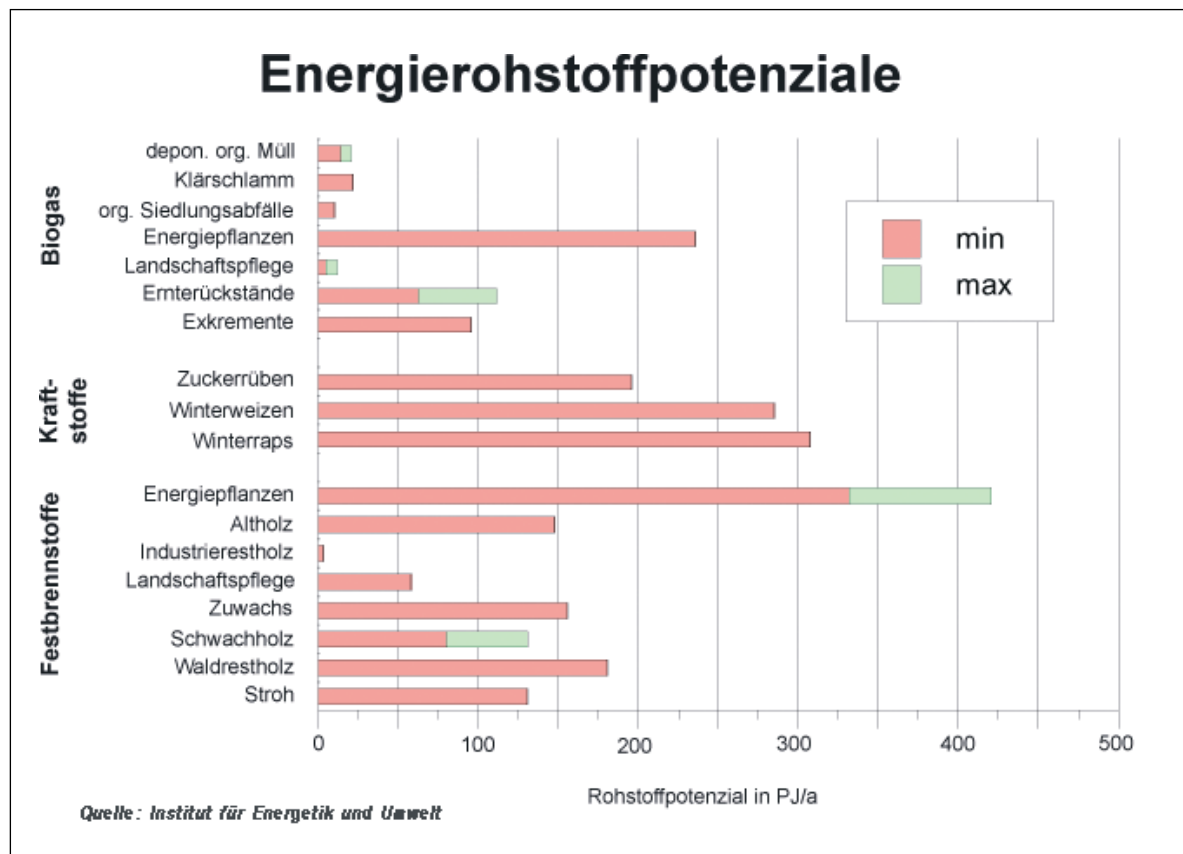


Abbildung 8: Rohstoffpotenziale (Energie)

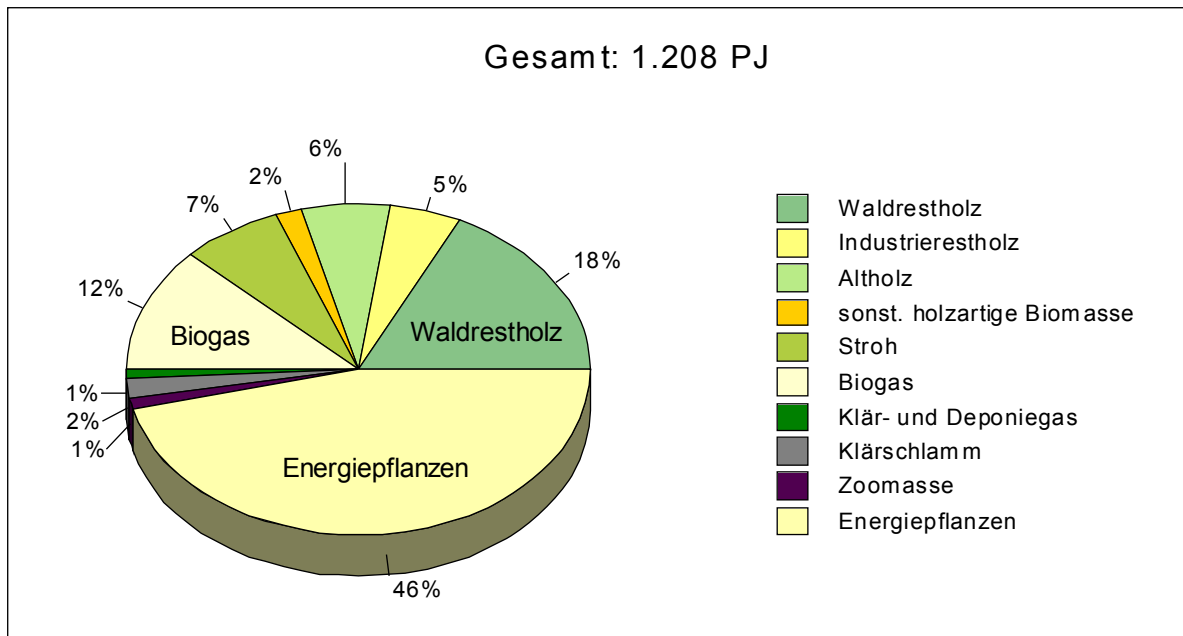


Abbildung 9: Struktur energetisch nutzbarer Biomasse im Jahr 2010 (FNR, 2004)

Bei den Potenzialbetrachtungen ist neben dem technisch realisierbaren Potenzial der erzielbare Preis für die Biomasse eine entscheidende Größe. Er bestimmt letztendlich welche Rohstoffquellen mobilisiert werden können. Die starke Abhängigkeit des realisierbaren Potenzials wird am besten bei Waldrestholz und Durchforstungsholz deutlich (Abb. 10).

Für Thüringen ergibt sich bei dieser Betrachtung bei einem Preis für Hackschnitzel von ca. 60 €/t also ein Potenzial unter 60 000 t, bei ca. 105 €/t also könnten dann 80 % des Potenzials aus Schwachholz, d. h. $\approx 700\,000$ t mobilisiert werden. Die Ausführungen sollen verdeutlichen, welche Probleme bei der Potenzialabschätzung bestehen.

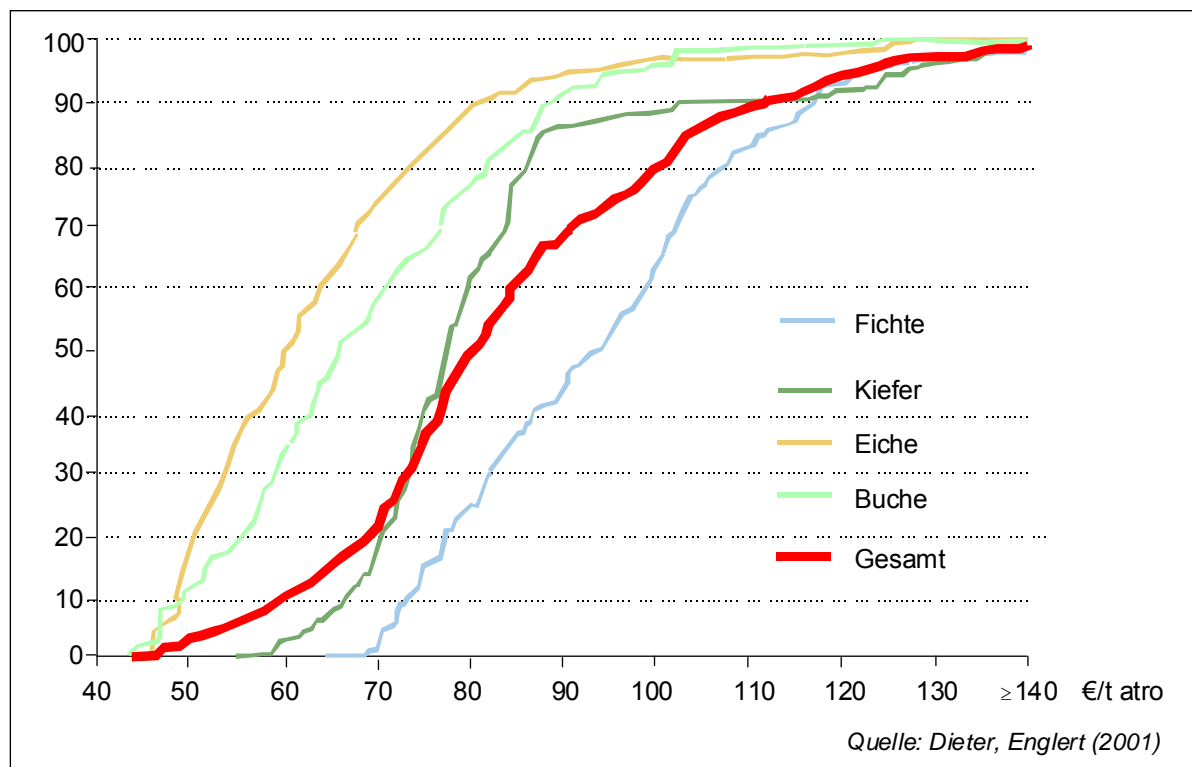


Abbildung 10: Energieholzaufkommen, bezogen auf das Energieholzpotezial in Abhängigkeit vom Preis für Hackschnitzel, nur Schwachholz (untere Aufarbeitungsgrenze 8 cm)

2.3.2 Durchforstungs- und Waldrestholz

Die bisherigen Angaben des Waldholzpotenzials beruhen auf der von der TLL 1997 veranlassten Studie „Regionale Erfassung des für die energetische Verwertung nutzbaren Biomasseaufkommens Thüringens“ (HEIDLER, GLÄSER, 1997). Die Studie erfasste das Potenzial nach Forstämtern, Baumarten und Altersgruppen sowie nach Eigentumsformen. Im Ergebnis konnte ein Potenzial von 637 000 fm, 6 421 TJ/a ausgewiesen werden. Im Jahr 2004 erfolgte durch die Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei (WELLER, 2004) eine Präzisierung dieser Angaben, sodass jetzt von einem realisierbaren Potenzial von 350 000 fm, d. h. ca. 50 % der ursprünglich angenommenen Menge ausgegangen werden muss. Die Herleitung des Potenzials erfolgte auf der Grundlage des derzeitigen Nutzungspotenzials an Rohholz im Gesamtwald von ca. 2,6 Mio. fm, der für den Einsatz der energetischen Verwertung geeignet ist. Folgende Grundsätze wurden dabei berücksichtigt:

- Es wird nur Holz mit einem Durchmesser über 7 cm - Derbholz - in die Berechnung einbezogen.
- Die stoffliche Verwertung erhält Vorrang vor der energetischen ab einem Zopfdurchmesser, der wirtschaftlich das günstigste Ergebnis für den Waldbesitzer ermöglicht.

Das Potenzial für die energetische Verwertung greift damit auch aus marktpolitischen Gründen in die stoffliche Verwertung nicht nennenswert ein, wobei davon ausgegangen wird, dass ein Deckungsbeitrag von mindestens \pm Null oder positiv bei der stofflichen Verwertung erreicht werden kann - siehe Zopfdurchmesser.

- Rohholz aus Steilhanglagen (23 %) ist für die energetische Nutzung aufgrund des hohen Aufwandes nicht mit kalkuliert. Ebenso ist Holz abgesetzt, welches auf Rückgassen verbleibt.
- Im Bereich des Nichtderbholzes aus Laubkronen und im geringen Umfang aus Laub- und Nadeldünnholz, ist ein Zuschlag von 10 % zur Derbholzmasse in das Potenzial der energetischen Verwertung eingerechnet, der aus technologischen Gründen anfallen wird.
- Für den Bereich des Kommunalwaldes wird das rechnerische Potenzial auf 85 % und für den Privatwald auf 70 % reduziert, da aufgrund der Kleinflächigkeit das volle rechnerische Aufkommen nicht praktikabel erreichbar sein wird, bzw. nicht mobilisiert werden kann.

Insgesamt wird die Grenze zwischen energetischer und stofflicher Verwertung wie folgt gezogen:

Buche	20 cm	} Ein Anteil stark fehlerhaften Holzes wird auch mit stärkerem Zopf in die energetische Verwertung eingerechnet.
übr. Laubholz	25 cm	
Fichte	10 cm	
Kiefer/Lärche	14 cm	

Nach der Sortenertragstafel ergibt sich daraus ein jährliches Aufkommen pro ha von 0,8 fm; reduziert mit den o. g. Werten im Privatwald und Kommunalwald ein Gesamtaufkommen pro Jahr = mobilisierbares Potenzial von **350 Tfm**. Dieses Potenzial ist anhand der vorgenannten Kriterien forstamtsweise herleitbar. Die Anteile sind nach Hauptbaumarten getrennt ausweisbar. Der Bereitstellungspreis beträgt damit ca. 15 Euro pro Srm, 35 Euro pro fm und 70 Euro pro t atro.

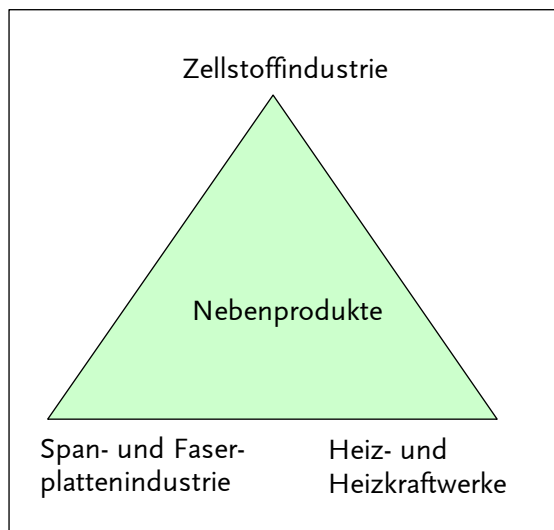
Bei diesem Preisniveau kann das Holz derzeit ab dem zu Grunde gelegten Zopfdurchmesser auch in der stofflichen Verwertung mit positivem Deckungsbeitrag abgesetzt werden. Das heißt, dass Veränderungen im Preisniveau bei energetischer und stofflicher Verwertung auch eine Veränderung der Holzströme zur Folge haben wird.

Ab Stärkebereich > 14 cm BHD bzw. einem stärkeren Zopfdurchmesser würde das Aufkommen rechnerisch steigen. Da jedoch auch von einer Versorgung der Holzindustrie in der stofflichen Verwertung ausgegangen werden

muss, ist die Größenordnung nur theoretisch und daher nicht hergeleitet. Gewisse Schwankungen um das hergeleitete Potenzial sind jedoch zu erwarten.

2.3.3 Sägenebenprodukte und Reststoffe der holzverarbeitenden Industrie

Ein bedeutendes Potenzial fällt bei der Primärverarbeitung von Waldholz in den Sägewerken und bei der Sekundärverarbeitung in der Holzbe- und verarbeitenden Industrie, wie z. B. bei der Möbelherstellung in Zimmereien, Schreinereien, etc. an. Allerdings verwertet diese Industrie einen Teil der Sägenebenprodukte stofflich, als Beispiele seien die Span- und Faserplattenindustrie und die Zellstoffherstellung genannt. Problematisch ist des Weiteren die Erfassung der Sägenebenprodukte, da Thüringen ein „Importland“ für Rohholz ist, d. h. im Landen wird mehr Waldholz gesägt als der Thüringer Forst einschlägt. Die Stoffströme bei Sägenebenprodukten und Reststoffen der Holzverarbeitenden Industrie werden daher entscheidend vom Preis für die einzelnen Qualitäten bestimmt. Wesentlichen Einfluss darauf hat das novellierte Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und die Zellstoffwerke in Blankenstein und Stendal.



Ein Teil des minderwertigen Materials (Rinde) wird zudem an Kompostierwerke abgegeben. Nach Umfragen und einer daraus abgeleiteten

überschlägigen Schätzung werden in Thüringen in Heizwerken oder -kraftwerken mit einer installierten Leistung von ca. 200 MW vorwiegend Sägenebenprodukte und Rohstoffe der Holzverarbeitenden Industrie energetisch verwertet. Mit den Kapazitäten des Zellstoffwerkes Blankenstein und der Spanplattenherstellung dürfte somit in Thüringen eine fast vollständige Verwertung dieser Produkte im stofflichen und energetischen Bereich gegeben sein.

2.3.4 Altholz

Unter Altholz wird Gebraucht- und Industrie-restholz verstanden, soweit dieses als Abfall anfällt. Die Definition findet sich in der Altholzverordnung, die Altholz in vier Kategorien, AI (nicht belastetes Altholz) bis AIV (besonders belastetes Altholz), einteilt. Die Verwendung von Altholz zur Stromerzeugung ist in der Biomasse-Verordnung geregelt. Die Definition, die bestimmte, stark belastete Althölzer ausschließt (Biomasse-Verordnung § 3), sollte grundsätzlich für „energetisch nutzbares Altholz“ im Sinne von Biomasse gelten.

Das Aufkommen an Bau- und Abbruchholz betrug nach dem Umweltbericht des Landes Thüringen (1995) 95 Tt/a. Nach einer Messzahl von 100 kg/Kopf der Bevölkerung (MORGENSTERN, 1998) ergibt sich für Thüringen ein Aufkommen von 240 Tt/a. Nach Informationen des TLUG ist in Thüringen grob überschlägig mit einem Aufkommen von ca. 130 000 t für die stoffliche oder energetische Verwertung zu rechnen. Eine mengenmäßige Aufteilung nach der Altholzverordnung in die Klassen AI bis AIV ist nicht vorhanden. Es ist davon auszugehen, dass das energetisch verwertbare Altholz größtenteils in Thüringen verwertet wird. Entsprechende Anlagen, genehmigt nach der 4. BImSchV mit Auflagen aus der 17. BImSchV, existieren in Thüringen. Genannt seien als Beispiele die (Heiz-)kraftwerke in Meuselwitz, Silbitz und Eisenberg. Bereits durch das „alte EEG“ erfolgte eine derartige Nachfrage, dass bundesweit ein Anstieg der Altholzpriese zu verzeichnen war, d. h., dass für bestimmte Sortimente (AI) keine Entsorgungsgebühren zu erzielen sind, sondern diese bezahlt werden müssen (Abb. 11).

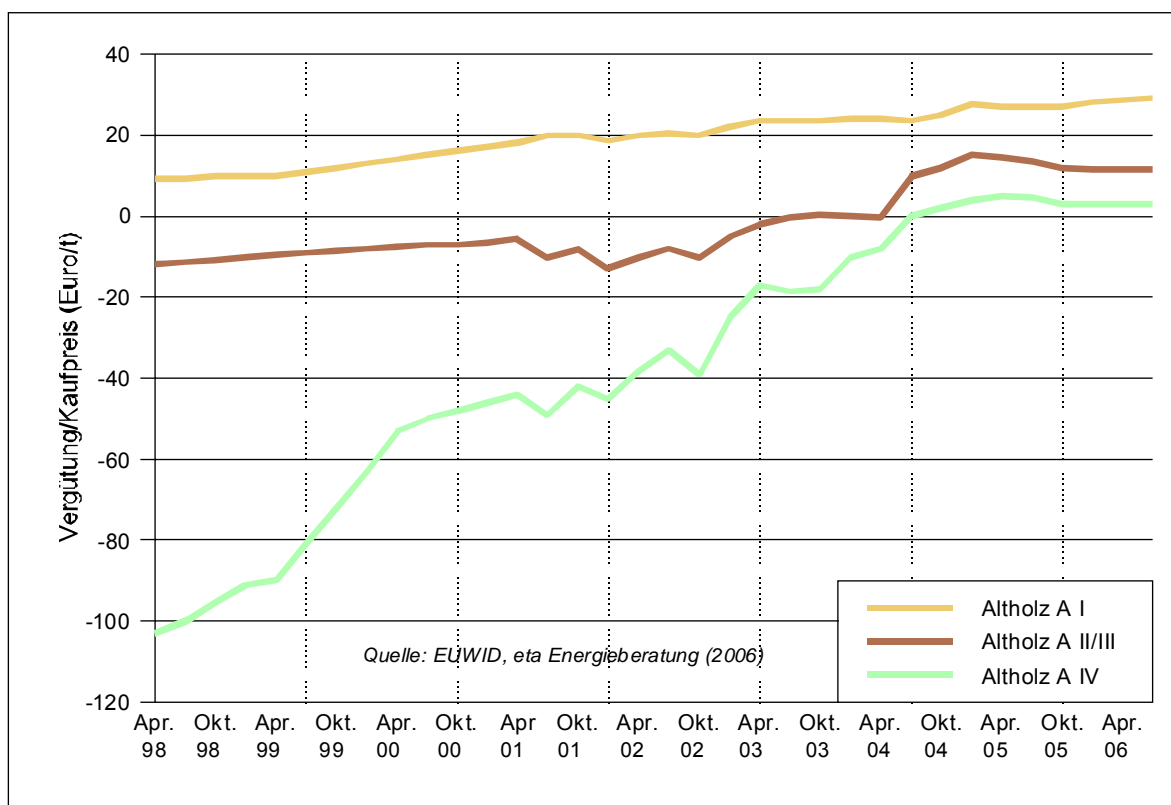


Abbildung 11: Entwicklung Altholzpreise bis 2006

2.3.5 Stroh



In Thüringen fallen jährlich ca. 2,6 Mio. t Stroh aus dem Anbau von Getreide, Hülsen- und Ölfrüchten an. Dieser Wert ergibt sich aus dem Ertrag (dt/ha), dem Anteil der Fruchtarten an der Ackerfläche Thüringens (Tha) und dem fruchtartenspezifischen Korn-Stroh-Verhältnis (1:0,8-1,6). Nach Abzug der benötigten Mengen für die Tierhaltung (Einstreu) und bei Gewährleistung einer ausgeglichenen Humusbilanz (nach ASMUS und HERRMANN, 1977) verbleiben theoretisch 1,43 Mio. t Stroh (86 % TS) für die energetische Verwertung, das entspricht ca. 54 % des Strohaufkommens in Thüringen. Bei einem Heizwert von ca. 14,5 GJ/t ergibt das in Summe ca. 20 750 TJ/a. Nach der VDLUFA-Methode (Standpunkt 2004), die mit oberen und unteren Humuswerten rechnet, ergeben sich Überschussmengen von 1,20 bis 1,88 Mio. t Stroh, die theoretisch aus dem Kreislauf entnommen werden können. Diese Menge mag auf den ersten Moment verwundern, da rein optisch in der Landwirtschaft der Eindruck entsteht, dass die Strohmengen in den letzten Jahren geringer geworden sind. Tatsächlich hat sich das Korn-Stroh-Verhältnis

(Harvest-Index) durch die Züchtung nur geringfügig verändert. Mit dem Anstieg des Kornertrages war gleichzeitig ein Anstieg des Strohertrages verbunden. Die modernen Mähdrescher zerschlagen beim Drusch das Stroh so stark, so dass für die Bergung nur ca. zwei Drittel des Aufwuchses, d. h. in Thüringen 3,5 bis 4,5 t/ha zur Verfügung stehen. Das restliche aufgewachsene Stroh verbleibt als Kurzstroh auf dem Feld und steht für die Humusreproduktion zur Verfügung. Stroh stellt damit in Thüringen das größte Potenzial für die energetische Verwertung dar.

2.3.6 Gülle - Biogas

Ausgehend von den in Thüringen vorhandenen Tierbeständen (Stand: 2000) ergibt sich ein Anfall von 516 Tt/a. Daraus ließen sich theoretisch knapp 120 Mio. m³/a Methan in Biogasanlagen erzeugen. Unter Abzug der Rotteverluste und dem nicht vergärbaren Ligninanteil sowie kleinerer Tierbestände (< 100 GV) ergibt sich ein gewinnbares Potenzial von 90 Mio. m³ (Tab. 1).

Tabelle 1: Biogaspotenzial Thüringens

Tierbestand	Wirtschaftsdüngeranfall			oTS-Anfall Tt/a	CH ₄ -Bildung theoretisch gewinnbar ¹⁾ Mio. m ³ /a	
	Art	Tt/a	TS			
Rinder  445 000 Tiere	Gülle	1 739	10 %	130	82,2	62
	Stallmist	1 686	25 %	246		
	Jauche	453	1 %	2		
Schweine  660 000 Tiere	Gülle	678	10 %	48	36,6	28
	Stallmist	436	25 %	87		
	Jauche	178	1 %	1		
Summe				516	118,8	90

¹⁾ ohne Tierbestände unter 100 GV; Abzug für Rotteverluste und den nicht vergärbaren Ligninanteil

Die 90 Mio. m³ Methan entsprechen wiederum ca. 900 GWh. Da die Nutzung vorrangig in Motoren erfolgt, sind davon 20 bis 30 % Wandlungsverluste und 10 bis 20 % für die Prozessenergie (Heizung des Reaktors) zu veranschlagen. Die nutzbare Energie (Anschlussleistung) beträgt somit 63 MW wovon 31 MW auf die hochwertige Elektroenergie entfallen, die über das EEG eingespeist werden kann. Für die Potenzialabschätzung verwendet man als Planungsgrundlage 50 % des gewinnbaren Biogasaufkommens (1 800 TJ).

Der Einsatz von Kofermenten aus dem Abfallbereich spielt in Thüringen eine untergeordnete Rolle (z. B. Fettscheiderabfälle, etc.). Eine Einsatzerweiterung ist außerhalb der Landwirtschaft in speziellen Anlagen zu erwarten. Eine Abschätzung der Stoffströme ist derzeit nicht möglich, so dass keine Berücksichtigung im Potenzial erfolgt.

2.3.7 Grünlandaufwüchse

In Thüringen wird knapp 80 % des Grünlandes extensiv genutzt. Das Grünland wird vorrangig mit Tieren (Rindern und Schafen) bewirtschaftet. Durch verschiedene Extensivierungsprogramme ist die Weide- und Mähnutzung stark eingeschränkt. Geforderte späte Schnitte führen zu einem geringen Futterwert, d. h. zu einer verstärkten Lignifizierung. Dieses Erntegut ist damit auch für Biogasanlagen nicht bzw. nur bedingt geeignet. Für den Einsatz in Verbrennungsanlagen ist eine Trocknung (Heubereitung) erforderlich.

Mehrmaliges Wenden und geringe Erträge pro Flächeneinheit bedingen hohe Bereitstellungskosten im Vergleich zu anderen Brennstoffen. Mit der zum 01.01.2005 wirksamen Agrarreform, die auch schrittweise die Einführung von Zahlungsansprüchen für das Grünland bringt, ist schwer abzuschätzen, ob es sich lohnt, Grünlandaufwüchse für Biogasanlagen als Silage bzw. Heu für Verbrennungsanlagen bereitzustellen. Es werden daher vorsichtigerweise nur 10 000 ha als Potenzial, das entspricht ca. 400 TJ veranschlagt.

2.3.8 Nachwachsende Rohstoffe

Die EU (15) hat eine Bevölkerungsdichte von 2,7 Einwohnern/ha LF (Deutschland 4,8). In Verbindung mit einer hochproduktiven Landwirtschaft führt das seit Jahren zu einer Überproduktion an Nahrungsgütern, die mit Hilfe von Exportsubventionen auf dem Weltmarkt abgesetzt werden müssen (BREITSCHUH, 2003). Mit der Erweiterung der EU hat sich die Anbaufläche pro Kopf der Bevölkerung von 1 464 m² (EU 15) auf 2 024 m² ha (EU 27) erhöht, das bedeutet eine Zunahme von 38 %. Der Druck für eine alternative Produktion zu Nahrungs- und Futtermitteln steigt dadurch extrem an. Thüringen mit 3,0 Einwohnern/ha LF, benötigt für die unmittelbare Nahrungsgütererzeugung (pflanzliche Nahrungsgüter und Ackerfutter inkl. ökologisch und landeskulturell wertvolle Flächen) nur 70 % seiner landwirtschaftlichen Nutzfläche. Für den Anbau

von nachwachsenden Rohstoffen stehen somit in **Thüringen bis zu 30 % der AF** zur Verfügung. Kurz- und mittelfristig ist bei den Industrierohstoffen neben Raps nur ein Bedarf an pflanzlichen Spezialölen, Hanf sowie Arznei- und Gewürzpflanzen zu erwarten und sich auf maximal 10 000 ha belaufen. Der weitaus größte Teil der Fläche steht somit für die Produktion von Energierohstoffen zur Verfügung (ca. 180 000 ha). Für welche Produktlinie die Fläche durch die Landwirtschaft genutzt wird, hängt letztendlich vom realisierbaren Gewinn je Flächeneinheit, der wiederum von den Preisen der Rohstoffe und den Rahmenbedingungen bestimmt wird, ab. **Raps** ist betriebswirtschaftlich betrachtet neben Zuckerrüben und Winterweizen unter Thüringer Standortbedingungen die wirtschaftlich stärkste Fruchtart. Dies betrifft sowohl den Food als auch den Non-Food-Anbau. Die relative Vorzüglichkeit des Raps- und Winterweizenanbaues wird sich im Vergleich zu allen anderen landwirtschaftlichen Fruchtarten in Zukunft noch weiter verbessern (UFOP, 2003). Fruchtfolge-technisch (Anbaupause ≥ 4 Jahre) ist der Rapsanbau in Thüringen auf ca. 110 000 ha begrenzt. Davon wurden in den letzten Jahren 60 000 ha für den Food-Sektor und ca. 50 000 ha für den Non-Food-Sektor genutzt.

Als Potenzial können somit auch für die Zukunft 50 000 ha angenommen werden. Bei den durchschnittlichen Thüringer Erträgen sind dies ca. 170 000 t Saat pro Jahr. Nach der EU-Biokraftstoffrichtlinie sollen 2005 2 % und 2010 5,75 % Marktanteil von Biokraftstoffen abgedeckt werden. RME kann in einigen Serienmotoren, naturbelassenes Rapsöl nur in umgerüsteten Motoren, Verwendung finden. Die geforderte Zumischung zu Diesel nach dem Biokraftstoffquotengesetz (BioKrafQuG) von 4,4 %, bezogen auf den Energiegehalt, ist ab 2007 problemlos möglich.

Eine Abschätzung aus dem bundesweiten Verbrauch ergab, dass in Thüringen ca. 840 Mio. l Diesel und ca. 1 000 Mio. l Benzin pro Jahr verbraucht werden. Mit 50 000 ha Non-Food-Raps und einer Ölausbeute von ca. 32 % können 55 Mio. l Rapsölmethylester/Rapsöl jährlich als Kraftstoff bereitgestellt werden. Das entspricht ca. 5,9 % bezogen auf die Heizwerte des Diesels und damit die Erfüllung der „theoretischen“ Einspeiseverpflichtung für Thüringen.

Eine Erhöhung des Potenzials ist in Thüringen nur über einen Ertragsanstieg pro Flächeneinheit möglich. Dieser betrug in den letzten Jahren 0,64 dt/ha und Jahr. Im Jahr 2010 wäre bei Weiterlaufen dieses Trends (Abb. 12), ein Ertrag von knapp 4 t/ha zu erwarten.

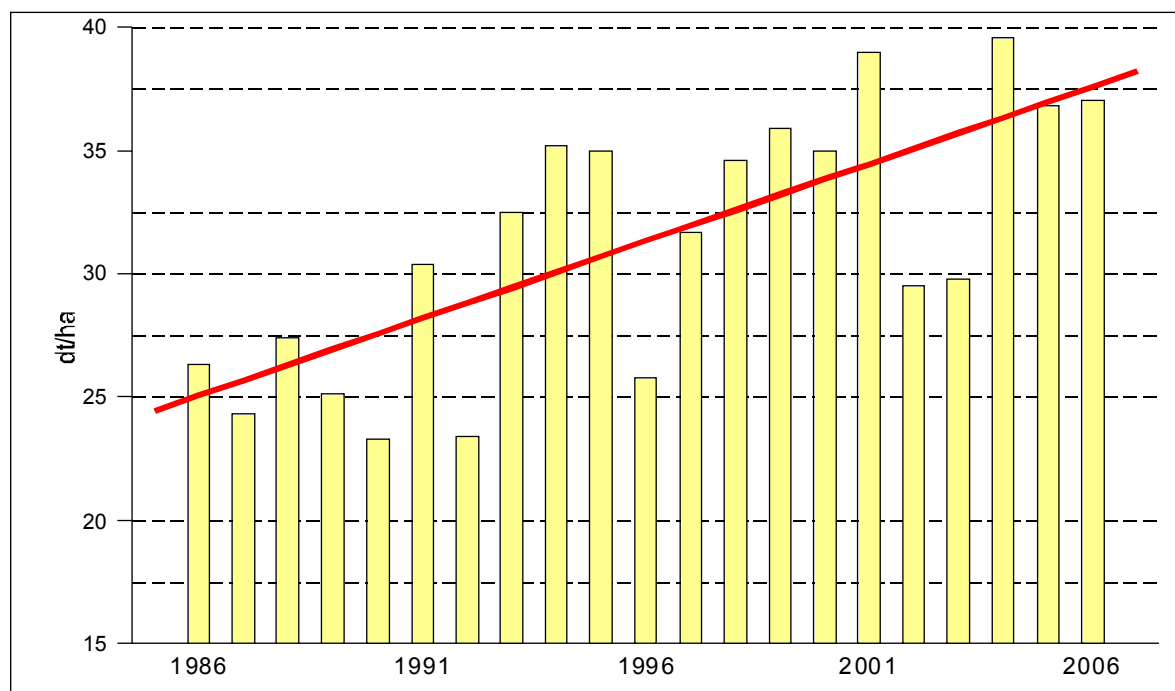


Abbildung 12: Entwicklung Wintererträge in Thüringen 1986 bis 2006

Ethanol bzw. ETBE (Ethyl-Tertiär-Buthyl-Ether) ist als Mischungspartner zu Benzin gemäß Biokraftstoffrichtlinie (Anteil bis 2010 von 5,75 %) vorgesehen. Ethanol wird grundsätzlich in Raffinerien beigemischt und im Gegensatz zu RME oder Rapsöl bei neu zu errichtenden Anlagen fast ausschließlich in Großanlagen erzeugt. Eine Ausnahme bilden landwirtschaftliche Brennereien in den alten Bundesländern. Ethanol wird aus vergärbaren Feldfrüchten mit hohen Stärke- oder Zuckergehalten gewonnen. Dies sind insbesondere Getreide, Kartoffeln und Zuckerrüben. Unter Berücksichtigung der Weltmarktpreise kommt als Rohstoff vor allem Getreide in Betracht. „Ethanolgetreide“ steht in direkter Konkurrenz zu Nahrungs- und Futtergetreide. Aus technologischer Sicht sind stärkereiche und gesunde Partien von Weizen, Triticale und Roggen zu bevorzugen. Die Südzucker AG hat am Standort Zeitz eine Ethanolanlage auf der Basis von Weizen errichtet. Nach Ablauf des Garantiezeitraumes sollen auch Zuckerrüben (C-Rüben) und Triticale eingesetzt werden. Die Anlage kann ca. 700 000 t Getreide pro Jahr zu ca. 260 000 m³ Ethanol verarbeiten.

Da sie im Dreiländereck Sachsen-Anhalt/ Sachsen/Thüringen steht und im unmittelbaren Einzugsbereich der Südzucker AG liegt, könnte Thüringen theoretisch ein Drittel der benötigten Menge, d. h. ca. 230 000 t liefern. Vorrangig kommen dafür die ertragsstärksten B- und C-Weizen in Betracht. Bei einem Weizen-ertrag von 68,4 dt/ha entspricht das 33 600 ha. Zu beachten ist dabei, dass es sich um den Durchschnittsweizen-ertrag Thüringens aller Qualitätsstufen (E, A, B, C) handelt. Nach den Ergebnissen der Landessortenversuche weisen B- und C-Weizen einen um ca. 6 % höheren Ertrag als die in Thüringen dominierenden E- und A-Weizen auf. Die theoretische Anbaufläche reduziert sich dadurch auf ca. 30 000 ha. Allerdings wird die Anbaufläche stark von den Preisen sowie der eventuellen Belieferung der Ethanolanlage in Zöbzig abhängen. Für die in Zeitz zu errichtende E-Rübenethanolanlage (Start 2007) werden 600 000 t Rüben benötigt, die im gesamten Einzugsgebiet von Südzucker produziert werden sollen. Auf Thüringen wird somit nur ein geringer Anteil entfallen. Weitere Anlagen zur Ethanolgewinnung aus Rüben, vor allem in Nordthüringen, wären wünschenswert. Dafür könnten bis zu 10 000 ha zum Anbau kommen (nicht in Abb. 14 berücksichtigt).

Bei einem Benzinverbrauch von 1 Mio. m³ würde Thüringen über die ausgewiesene Getreideanbaufläche theoretisch ca. 5,8 % bezogen auf die Heizwerte über Ethanol ersetzen und damit die Biokraftstoffrichtlinie der EU und des Biokraftstoffquotengesetzes erfüllen. Diese sieht vor, dass bei Ottokraftstoffen schrittweise, beginnend bei 1,2 % (2007) bis auf 3,6 % (2010), Ethanol beizumischen ist.

Landwirtschaftlich erzeugte **Kofermente für die Biogaserzeugung** sind eine weitere erfolgversprechende Option. Das Biogaspotenzial aus der Tierhaltung stellt nach Untersuchungen der FAL im Durchschnitt nur ca. 33 % des gesamten Biogaspotenzials dar. Dazu kommen 16 % aus dem Bereich der Abfallvergärung und ca. 50 % des Potenzials aus dem Bereich der nachwachsenden Rohstoffe.

Die Kalkulation des Flächenbedarfs aus den oft für die Biogaserzeugung eingesetzten Nebenprodukten ergibt einen Bedarf für Thüringen von ca. 8 000 bis 10 000 ha, der sich wie folgt zusammensetzen könnte:

- **Kleinkorn** (Maximalanteil < 5 %) Getreideanbau 380 Tha x 60 dt/ha x 5 % = 115 T/a Nutzungsanteil 10 % = 10 T/a = **1 700 ha**
- **Silodeckschicht Mais** 40 t/ha x 25 T ha 5 % Deckschicht = 90 Tt Nutzungsanteil 40 % = 40 000 t/a = **1 000 ha**
- **Silodeckschicht Feldfutter** 25 t/ha x 30 Tha 5 % Deckschicht = 37 Tt Nutzungsanteil 40 % = 15 000 t/a = **600 ha**
- **Grünlandaufwüchse** 170 Tha Grünland, davon 30 % intensiv = 55 Tha Nutzungsanteil 10 % = **5 500 ha** (z. T. bereits unter Punkt 2.3.7. ausgewiesen)
- **Summe NAWARO aus Nebenprodukten und Reststoffen = 8 800 ha**

Für den Anbau erscheinen Mais, Ganzpflanzengetreide und mehrjähriges Ackerfutter ökonomisch am interessantesten. Weitere Arten, wie Topinambur, Durchwachsene Silphie, Zuckerhirse und Sudangras befinden sich in der Erprobung.

Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe als Koferment beschränkt sich auf die Differenz zwischen TS-Gehalt der Gülle und dem maximal möglichen TS-Gehalt im Biogasermentor.

Bei technologisch beherrschbaren TS-Gehalten von 12 % bis max. 14 % folgt für:

- Rindergülle mit 8 % TS (bei 3,5 Mio. m³/a), das ca. 40 kg/m³ zusätzliche TS einsetzbar sind.
Entspricht einer Einsatzmenge pflanzlicher TS von 140 000 t/a, d. h. **14 000 ha/a** bei 10 t TS/a Ertragspotenzial
- Schweinegülle mit 5 % TS (bei 1 Mio. m³/a), dass ca. 70 kg/m³ zusätzliche TS einsetzbar sind. Dies entspricht einer zusätzlichen Einsatzmenge pflanzlicher TS von 70 000 t/a, d. h. **7 000 ha/a** bei 10 t TS/a Ertragspotenzial

Ohne Beachtung der Reststoffeinsatzmengen und des Einsatzes TS-reicher Wirtschaftsdünger folgt ein theoretisches Potenzial von ca. 20 000 ha. Mit der sich abzeichnenden Ausdehnung der Monofermentation könnte sich der Einsatz nachwachsender Rohstoffe erheblich über die aufgezeigten Potenzialgrenzen ausdehnen.

Unterstellt man die Errichtung von 15 Anlagen/Jahr für die nächsten fünf Jahre (mit je 500 kW), der sich aus Neubau und Anlagenerweiterung ergeben könnte und Steigerung des NAWARO-Einsatzanteils von zurzeit 12,5 auf 50 %, würde sich für 2008 folgender NAWARO-Flächeneinsatz ergeben (Tab. 2).

Tabelle 2: NAWARO-Flächeneinsatz

Bezugsjahr		2004 Ist-Stand	2008 bestehende Anlagen	2008 Anlagenneubau
elektr. Leistung	kW	11 013	11 013	37 500
Einsatzanteil NAWARO	%	12,5	25	50
Jahresnutzung	%	70	70	70
elektr. Wirkungsgrad	%	33	33	33
Primärenergieerzeugung	MWh	25 580	51 160	348 400
Methanerzeugung	m ³ /a	2 558 020	5 116 039	34 840 900
Ertrag Pflanzenproduktion	T oTS/ha	10	10	10
mittlere Methanausbeute	m ³ /t	400	400	400
Methanertrag	m ³ /ha	4 000	4 000	4 000
Flächenbedarf	ha	640	1 279	8 710

Zusammenfassend ist somit einzuschätzen, dass für die Periode bis 2008 überschlägig mit einem Flächenbedarf bis 10 000 ha zu kalkulieren ist. Bis 2015 ist mit einem Anstieg des Bedarfs auf ca. 30 000 ha zu rechnen. Diese Ausweitung wird mit einer Weiterentwicklung der Nassfermentation (höherer TS-Gehalt im Reaktor) und der Technologieentwicklung im Bereich Trockenfermentation begründet.

Feste Brennstoffe

Für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zur thermischen Verwertung kommen halmgutartige Pflanzen, wie Ganzpflanzengetreide, C₄-Gräser (im Folgenden als Miscanthus bezeichnet) sowie Pappeln und Weiden aus Kurzumtriebsplantagen (= Energieholz) in Betracht. Miscanthus hat ertragsseitig die Erwartungen nicht erfüllt. Des Weiteren steht für die Ernte im Winter (Schneiden + Pressen) keine praxistaugliche Ernte-technik in Deutschland zur Verfügung. Ganzpflanzengetreide (Triticale) bringt ca. zwei

Drittel des Ertrages von Miscanthus, des Weiteren steht die Erntetechnik zur Verfügung, der Transportwiderstand (höhere Pressdichte) ist geringer, sodass bei einem zusätzlichen Bedarf sicherlich Ganzpflanzengetreide aus technologischen Gründen den C₄-Gräsern vorzuziehen ist. Allerdings dürften bei dem reichlich zur Verfügung stehenden preiswerten Stroh beide Brennstoffgruppen in naher Zukunft nur eine geringe Bedeutung erlangen. Sie werden daher auch nicht explizit ausgewiesen.

Demgegenüber ist abzusehen, dass Waldholz zukünftig nur noch begrenzt verfügbar ist. Energieholz aus Plantagen ist eine Alternative bzw. Ergänzung zum Waldrest- und Durchforstungsholz. Die Bereitstellungskosten entsprechen in etwa den Hackschnitzelpreisen aus der Waldpflege. Zudem könnten Pappeln und Weiden in Agrarräumen mit geringen Anteilen an ökologisch und landeskulturell wertvollen Flächen (ÖLF) einen Beitrag zur Agrarraumgestaltung und Biotopvernetzungen leisten. Mehrreihige Hecken aus Pappeln mit vereinzelt Blühsträuchern sind zwar nicht so effektiv wie Plantagen zu bewirtschaften, könnten aber einen Kompromiss zwischen Agrarraumgestaltung und Produktion von nachwachsenden Rohstoffen (= Klimaschutz) darstellen.

Unter der Annahme, dass in Thüringen ca. 4 000 ha Dauerbrache existieren und über 20 000 ha der konjunkturellen Stilllegung nicht mit nachwachsenden Rohstoffen bestellt werden, und dass, trotz sehr hoher Non-Food-Raps-Preise sowie den Anforderungen der Gesellschaft an „attraktive“ Landschaften, erscheint es gerechtfertigt, ein Potenzial von ca. 10 000 ha Pappeln im Kurzumtrieb (fünf bis neun Jahre) anzunehmen. Bei einem Ertragszuwachs von 8 t Trockenmasse pro Jahr ergibt sich ein Potenzial von 80 000 t Trockenmasse als Ergänzung zum Waldrestholz. Auch seitens der Forstwissenschaften (TU-Dresden) wird das System „Agro-Forst“ als aussichtsreich angesehen.

Zusammenfassung

Aus den Nebenprodukten der Land- und Forstwirtschaft sowie der Industrie ergibt sich ein theoretisches Potenzial von 1 650 TJ, das entspricht 5,7 % des PEV Thüringens. Dabei steuert die thermische Verwertung von Rinde und Black liquid im Zellstoffwerk Blankenstein den Hauptanteil bei (Abb. 13).

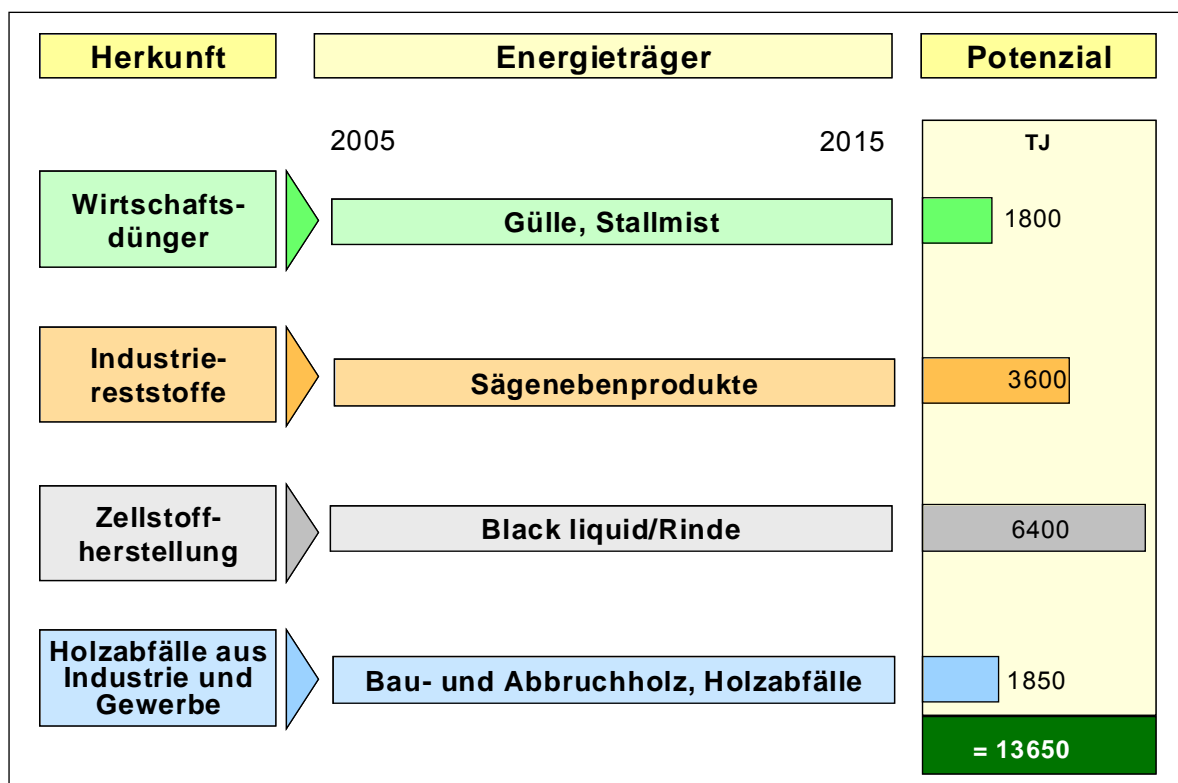


Abbildung 13: Biomassepotenzial aus Nebenprodukten und Reststoffen der Industrie und Landwirtschaft

Zu beachten ist, dass das Rohstoffpotenzial für eine Pelletproduktion bei den Industrie- reststoffen enthalten ist.

Die vorgenommene Abschätzung der Potenzen an Haupt- und Nebenprodukten aus der Land- und Forstwirtschaft geht von auch im Jahr 2015 nicht wesentlich veränderten Rahmenbedingungen aus. Danach hat die Forstwirtschaft ein Potenzial aus der Durchforstungs- und Waldholzpflge (kein Stammholz und Reisig) von 3 500 TJ. Die Bereitstellung von Industrieholz wurde dabei nicht berücksichtigt.

Aus der Landwirtschaft können von ca. 135 000 ha ca. 21 700 TJ, das entspricht 8,8 % des PEV, bereitgestellt werden. Grundlage bilden die Durchschnittserträge Thüringens. Bei den Berechnungen kam nur das bei ausgeglichener Humusbilanz zur Verfügung stehende Stroh in Ansatz. Allein die für die energetische Verwertung nutzbare Strohmenge würde demnach 20 750 TJ/a betragen.

Allerdings ergeben sich bei der Abschätzung der zukünftigen Nutzung von Stroh als Energieträger erhebliche Unsicherheiten. Dies ist vor allem in der erst beginnenden Technologieentwicklung begründet.

Chancen für die energetische Verwertung werden als Strohpellets (20 Tt) in Strohheizanlagen im ländlichen Raum (40 Tt) und in einer BTL- oder Ethanolanlage (500 Tt) gesehen. Diese Menge entspricht ca. 8 000 TJ.

Der Anbau von Energiepflanzen auf 135 000 ha entspricht 17,1 % der LN bzw. 20,2 % der Ackerfläche Thüringens. Ohne die Versorgungssicherheit mit Nahrungs- und Futtermitteln zu gefährden, könnte das Potenzial auf bis zu 30 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche ausgedehnt werden (Abb. 14).

Die Herleitung des Potenzials ergibt sich zudem aus der in Abbildung 15 aufgezeigten Verwendung. Wie bereits aufgeführt, ergeben sich insbesondere für Stroh erhebliche Unsicherheiten.

Das realistisch technisch nutzbare Potenzial an Neben- und Hauptprodukten aus der Industrie und der Land- und Forstwirtschaft beträgt somit für Thüringen **38 350 TJ \pm 16 % des PEV**. Unter Einbeziehung der energetisch nutzbaren Strohmenge ergibt sich sogar ein Gesamtpotenzial von ca. 51 000 TJ \pm 21 % des PEV Thüringens.

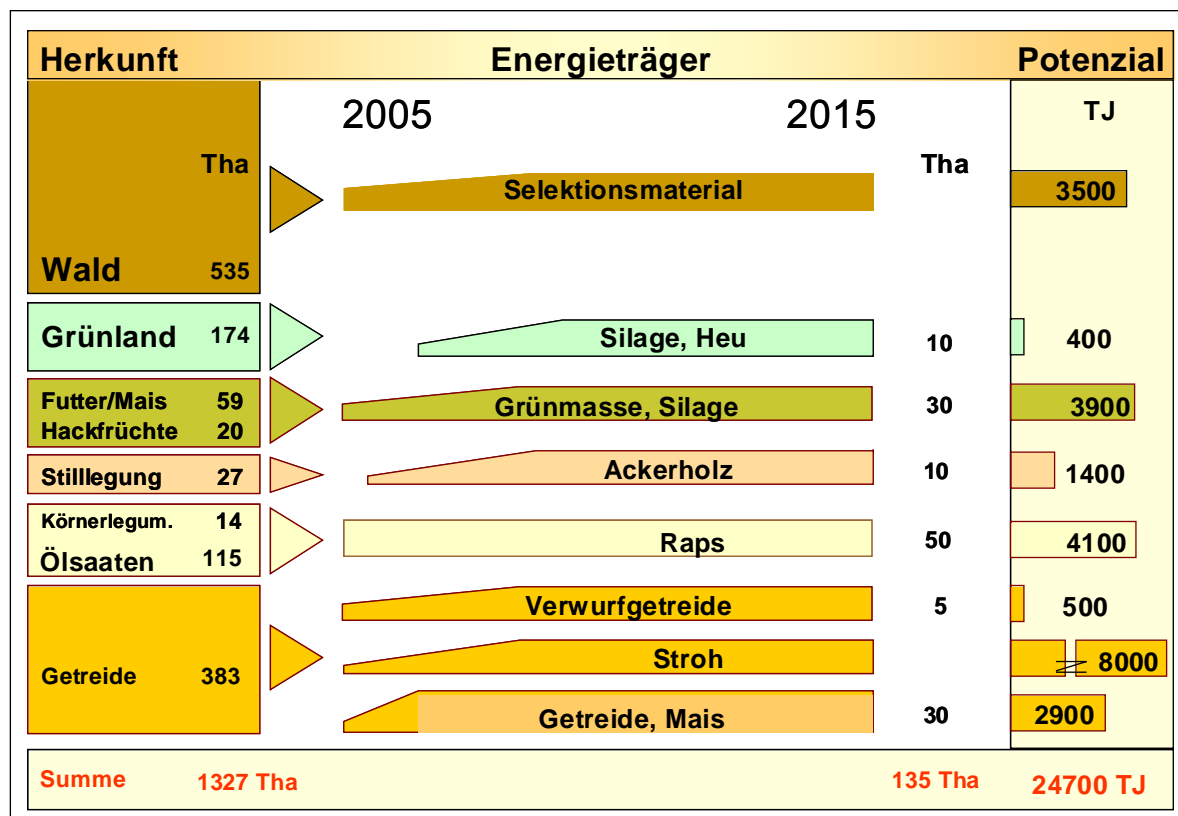


Abbildung 14: Potenziale an Haupt- und Nebenprodukten aus der Land- und Forstwirtschaft

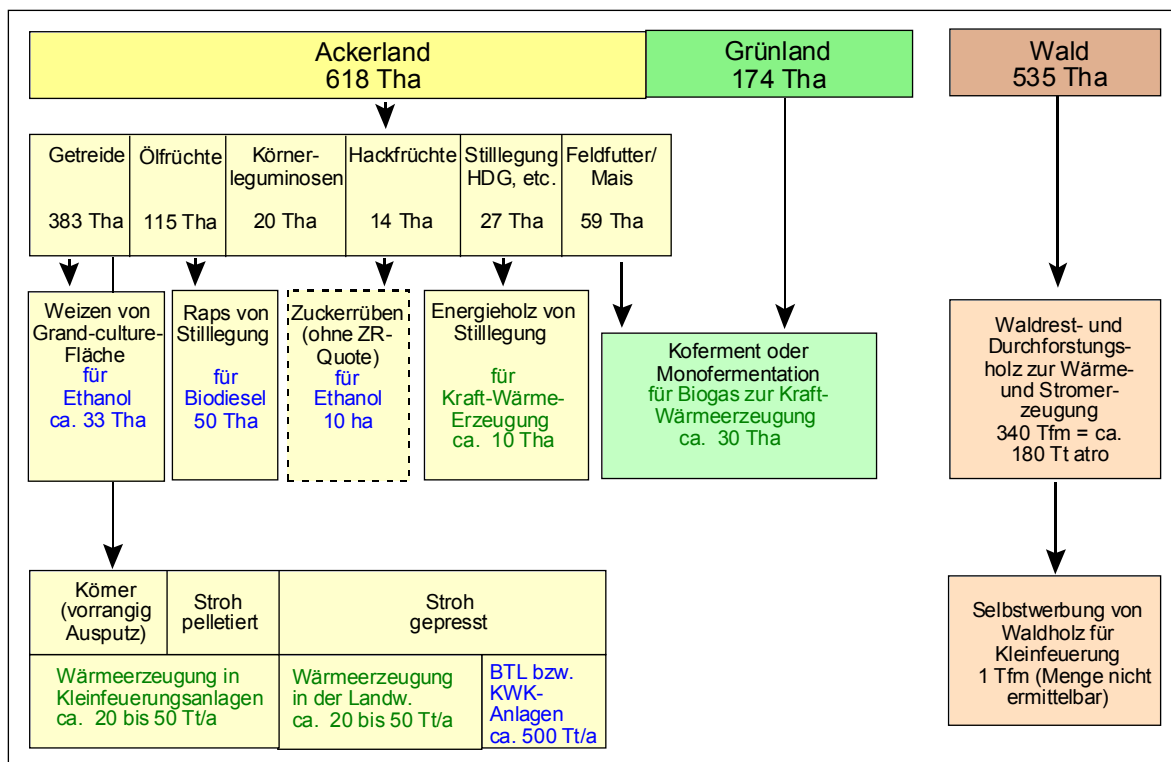


Abbildung 15: Bioenergiepotenziale aus der Land- und Forstwirtschaft Thüringens 2015 (bezogen auf Flächennutzung 2002)

2.4 Stand der Nutzung

Wärme- und Elektroenergie

In Thüringen existieren 8 860 Zentralheizungsanlagen (geförderte Anlagen), Heizwerke und Heizkraftwerke mit einer thermischen Leistung

von 974 MW und einer elektrischen Leistung von 80,6 MW (Stand: 31.12.2005). Im Jahre 2004 trug die Biomasse nach Berechnungen des TMWTA mit 21 400 TJ zum Primärenergieverbrauch Thüringens bei (Tab. 3).

Tabelle 3: Statistik - energetische Verwertung von Biomasse in Thüringen (Stand: 31.12.2005)

Brennstoff	Anzahl Heizwerke > 1 MW Leistung	Feuerungswärmeleistung (MW)	davon elektrische Leistung (MW _{elektr.})
Holz	40	679 ¹⁾	80,6 ¹⁾
Stroh	1	5,6	0
¹⁾ incl. Zellstoffwerk Blankenstein Quelle: - TLVwA, SUA - Stand: 31.12.2004, nach 4. BImSchV genehmigungsbedürftige Anlagen - durch TMWAI geförderte Anlagen			
	Anzahl Heizwerke 100 kW - 1 MW	Feuerungswärmeleistung (MW)	davon elektrische Leistung (MW _{elektr.})
Holz	117	42,4	0,01
Quelle: - durch TMWAI geförderte Anlagen, 1994 bis 2004, Stand: 31.12.2004 - Kesselanlagen der Firma Roth GmbH, Stand: 05.04.2001			

	Anzahl Heizwerke < 100 kW, ohne Einzel- feuerstätten	Feuerungswärme- leistung (MW)	davon elektrische Leistung (MW _{elektr.})
Holz ²⁾	8 652	246,1	0
Holz ³⁾	49	ca. 1,5	0
Quelle: ²⁾ durch TMWAI geförderte Anlagen, 1994 bis 2004, Stand: 31.12.2004 ³⁾ Bundesförderung, nach Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), Stand: 01.11.2000			
Summe	Anzahl Biomasse- heizanlagen	Feuerungswärme- leistung (MW)	davon elektrische Leistung (MW _{elektr.})
Holz, Stroh	8 860	973,6	80,6

Zu beachten ist dabei, dass bei den nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen (Holz < 1 MW) die Angaben auf Förderbescheiden, Umfragen, etc. beruhen und damit keinen Anspruch auf Vollständigkeit haben. Des Weiteren sind nicht enthalten Einzelfeuerstätten wie Küchenherde, Kamine, Kachelöfen, etc., die z. B. in Bayern mit 1 % der PEV Berücksichtigung finden.

Black liquid

In der Zellstoff- und Papierfabrik Rosenthal GmbH & Co. KG in Blankenstein werden 1,6 Mio. fm Holz zu Zellstoff verarbeitet. Dieses Holz stammt aus Sägewerken und der Durchforstung. Es wäre zumindest zum Teil dem klassischen Energieholzsortiment zuzuordnen. Die stoffliche Verwertung sollte aber bei adäquaten Preisen zur energetischen Verwertung des Rohstoffes Vorrang haben. Über „Black liquid“ fällt ein Teil des Holzes als ligninhaltige Ablauge an. Diese und weitere Reststoffe, z. B. Rinden, werden im Unternehmen energetisch verwertet. Die Anlagen zur Energieerzeugung haben eine thermische Leistung von 322 MW, wovon 258 MW auf die Biomasse entfallen. Die elektrische Leistung des Biomasseteils beträgt 57 MW. Es wurden 5 836 TJ in Form von Black liquid und 551 TJ auf Basis von Rinde verwertet. Die Stromerzeugung betrug 2003 ca. 322 GWh. Im Zellstoffwerk wird somit im geschlossenen Kreislauf die stoffliche und energetische Verwertung des nachwachsenden Rohstoffs Holz demonstriert. Das Potenzial ist somit zu 100 % ausgeschöpft.

Altholz/Gebrauchtholz

Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 29.03.2003 und dem defakto Verbot der Deponierung von Altholz durch die TA Siedlungsabfall 2005 hat die energetische Verwertung von Altholz in den vergangenen Jahren einen Aufschwung erfahren. Die Heizkraft- bzw. Kraftwerke in Meuselwitz, Silbitz, Ilmenau, Eisenberg und Lobenstein nutzen fast ausschließlich Altholz für die Energieerzeugung. Allein diese Anlagen haben einen Brennstoffbedarf von ca. 150 Tt/a. Des Weiteren setzen von den in Thüringen existierenden 42 großen Heizwerken (> 1 MW) einige Altholz der Klassen A1 und A2 ein. Das aufgeführte Potenzial für Thüringen wird damit vollkommen ausgeschöpft.

Altholz stellt damit gegenwärtig kein Entsorgungsproblem dar, zudem sich die Abfallmengen nach einem Hoch in den 90er Jahren stabilisiert haben. Es wird vorrangig energetisch verwertet. Allerdings besteht hier ein bundesweiter Handel. Es ist aber überschlägig davon auszugehen, dass die in Thüringen anfallende Menge auch hier genutzt wird. Die durch das EEG ausgelöste Nachfrage hat Altholz teilweise von einem Produkt mit Entsorgungsgebühren zu einem Rohstoff mit Erlösen werden lassen (siehe Abb. 11).

Sägenebenprodukte/Nebenprodukte der holzverarbeitenden Industrie

Da Thüringen ein Holzimportland ist, sind die Potenziale an Industrierestholz schwer zu erfassen. Nach Angaben des TMLNU („Holzpellets aus Thüringen“, 2001) fallen 755 000 t/a mit einem Heizwert von 2,65 MWh/t an, das entspricht ca. 7 400 TJ/a.

Von den ca. 160 erfassten Holzheizanlagen und -heizwerken > 100 kW in Thüringen sind über 50 % in der Holzverarbeitenden Industrie angesiedelt, d. h. diese Betriebe nutzen den bei der Verarbeitung anfallenden Brennstoff z. T. selbst. Ein großer Teil der restlichen Heizwerke setzt ebenfalls Nebenprodukte wie Späne, Rinden, etc. aus der Holzverarbeitung ein. Dies ist vor allem darin begründet, dass diese Sortimente preiswerter als Waldhackschnitzel angeboten werden. So ist schon eine gewisse Konkurrenz zwischen Spanplattenindustrie und dem Zellstoffwerk sowie der energetischen Verwertung zu verzeichnen. Es ist somit davon auszugehen, dass zusätzlich keine nennenswerten Mengen für die energetische Verwertung aus der Holzverarbeitung eruiert sind. Das Potenzial ist weitestgehend ausgeschöpft. Freie Rohstoffkontingente sollten für die Pelletproduktion genutzt werden.

Waldrestholz/Energieholz

Bei der Ermittlung der Potenziale wurde davon ausgegangen, dass Industrieholz (Potenzial ca. 550 Tfm/a) vorrangig für die stoffliche Verwertung genutzt werden soll. Das mobilisierbare Potenzial für Energieholz beträgt 344 Tfm bei einem Preis von 35 Euro pro fm, 15 Euro pro Srm und 70 Euro pro t/at. Das Heizkraftwerk in Bischofferode wird ca. 40 Tfm aus Thüringen beziehen. Weitere Heizkraftwerke (Alperstedt, Schkölen, Hermsdorf, Erfurt-Mittelhausen) mit einem in Summe ähnlich hohen Bedarf an Thüringer Waldrestholz sind in der Planung bzw. im Bau.

Des Weiteren wird von kleineren und mittleren Anlagen, wie z. B. den Heizwerken in Dornburg, Tanna, Erfurt, etc. Waldhackgut eingesetzt. Insgesamt ist somit kurzfristig eine Ausschöpfung des Potenzials über Hackgut von ca. 50 % zu erwarten. Dies hängt zudem entscheidend von den zu realisierbaren Preisen für die Bereitstellung aus dem Forst ab (siehe Abb. 10). Eine stetig steigende Nachfrage hat die Bereitstellung von Holz für Scheitholzvergaskessel und Kamine, etc. erfahren. Dabei handelt es sich sowohl um Selbstverbrennung als auch um die Bereitstellung von Meterstücken bis zum ofenfertigen Scheit durch die Forstwirtschaft. Nach UTH (2002) handelt es sich um ein Potenzial von ca. 430 Tt/a (Heizwert 2,65 MWh/t). Diese Angabe steht allerdings im Widerspruch zu dem durch die TLWJF ausgewiesenen Potenzial.

Über die Ausschöpfung dieses Potenzials liegen keine Angaben vor. Allein die vom TMWTA geförderten Anlagen (< 100 kW) haben eine installierte Gesamtleistung von ca. 280 MW. Sie werden vorrangig mit Scheitholz beschickt, was einem Bedarf von ≈ 150 Tt/a entspricht. In dieser Zahl sind Kamine, Kachelöfen und Küchenherde nicht enthalten. Das für Thüringen ausgewiesene Potenzial an energetisch nutzbarem Holz ist somit fast ausgeschöpft.

Allerdings ist die Nutzung von Scheitholz offenbar primär nicht abhängig von der Waldfläche. In Ost- und Westthüringen mit einem hohen Anteil von Holzheizanlagen ist offensichtlich eine bessere Informationspolitik betrieben worden (Abb. 16), die zu einer großen Nachfrage geführt hat.

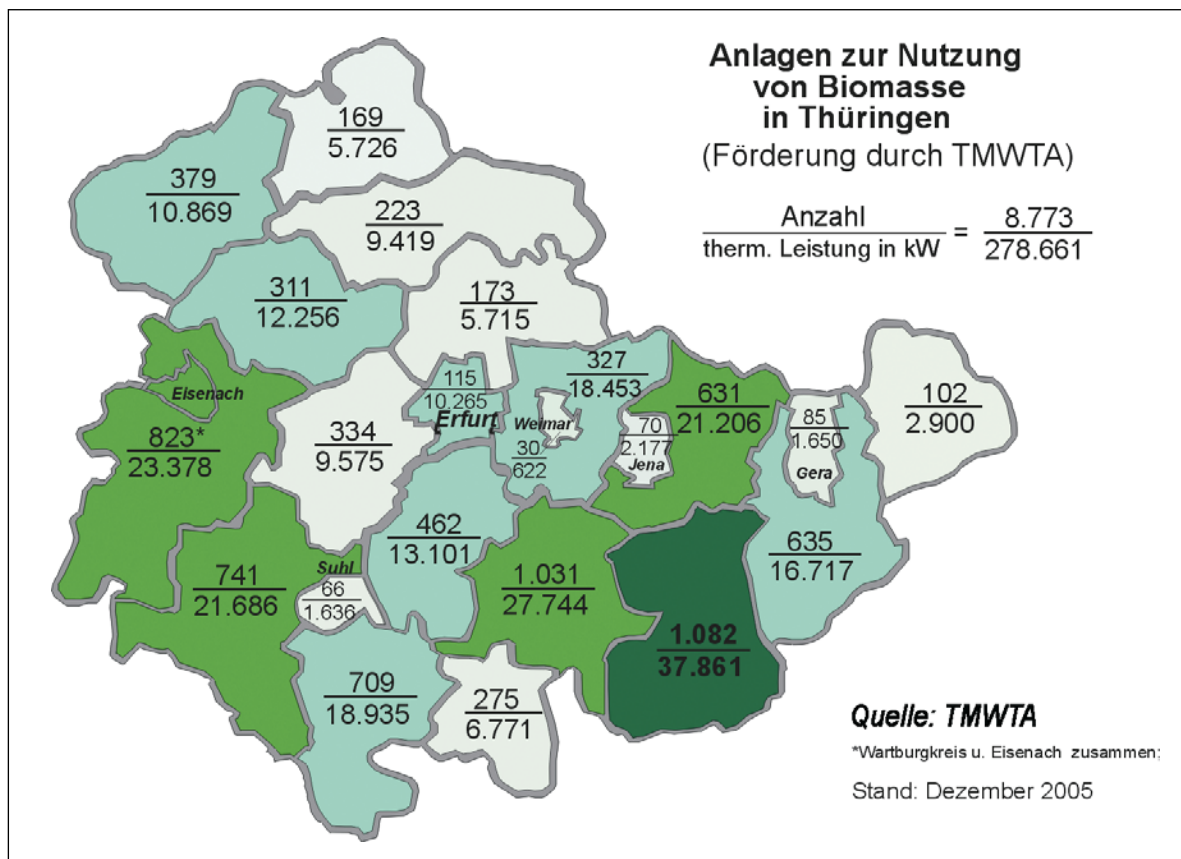


Abbildung 16: Anlagen zur Nutzung von Biomasse in Thüringen

Stroh (halmgutartige Biomasse)

Mit den bestehenden Thüringer Strohheizanlagen wird das Potenzial nicht einmal zu einem Prozent ausgeschöpft. Die geringe Anzahl an Strohheizanlagen hat mehrere Gründe:

1. Stroh kann in Ballenform zu Preisen zwischen 50 und 60 €/t für Heizwerke bereitgestellt werden. Aber im Gegensatz zu naturbelassenem Waldholz steht kein „Billigmacher“ wie Altholz oder Industrierestholz für die Heizwerksbetreiber zur Verfügung. Diese Situation hat sich durch das EEG zu Gunsten des Strohs geändert.
2. Die Immissionsschutzgesetzgebung stuft Strohverbrennungsanlagen ab > 100 kW bereits in die TA Luft ein (Holz ab > 1 MW). Die in der Landwirtschaft und dem ländlichen Raum nachgefragte Leistung von 100 bis 1 000 kW wird damit erheblich mit zusätzlichen Kosten (Genehmigungsverfahren, aufwändige Rauchgasreinigung, Kontrollen) belastet.

3. Die Investitionskosten für die energetische Verwertung von Stroh sind durch einen größeren Verbrennungsraum, die aufwändigere Brennstoffzuführung und Steuerung um ca. 30 % höher als die für vergleichbare Holzverbrennungsanlagen.

Durch das novellierte EEG, die stetig steigenden Holzpreise, eventuell die Produktion von Strohpellets für eine energetische Verwertung und die Bereitstellung von nachwachsenden Rohstoffen für BTL-Kraftstoffe und die Zellstoffherstellung ist mit einer erhöhten Nachfrage nach diesem Rohstoff in absehbarer Zeit zu rechnen.

Energieholz

Im Gegensatz zu den halmgutartigen nachwachsenden Rohstoffen zeichnet sich bei naturbelassenem Holz (Waldhackgut) in naher Zukunft eine Ausschöpfung der preiswerten Potenziale ab. Energieholz aus Plantagen kann zu Preisen von > 80 €/t TM mit gleicher Wirtschaftlichkeit wie Wintergerste auf landwirtschaftlichen Nutzflächen produziert werden. Die Konkurrenzfähigkeit zu Waldhackgut ist ebenfalls gegeben. Die ersten 15 ha wurden bereits in Thüringen etabliert. Eine Ausdehnung des Anbaus ist nach einer umfassenden Aufklärung der Landwirte über Absatzmöglichkeiten und dem Status der Flächen abzusehen. Die sich häufenden Anfragen aus der landwirtschaftlichen Praxis bestätigen diesen Trend.

Biogas (Gülle + Kofermente)

In Thüringen verfügten Ende 2005 insgesamt 57 landwirtschaftliche Biogasanlagen über eine Fermentationskapazität von 170 000 m³. Die installierte elektrische Leistung der Blockheizkraftwerke von 19 500 kW wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Damit ist theoretisch die Versorgung von etwa 40 000 Haushalten mit Elektroenergie möglich.

Es werden unterschiedliche technische Verfahren angewandt. So beträgt die mittlere Leistung der Blockheizkraftwerke 290 kW, die Spannbreite reicht aber von 43 bis 900 kW. Die Größe der Biogas-Faulräume schwankt zwischen 400 und 8 000 m³.

Etwa 21 % des in Thüringer Landwirtschaftsbetrieben anfallenden flüssigen Wirtschaftsdüngers wird anaerob behandelt. Bis 2004 kam hauptsächlich Rindergülle zum Einsatz, vereinzelt auch Schweinegülle, Geflügelkot und Bioabfälle aus der Lebensmittelindustrie. Nur 22 % des erzeugten Biogases stammten aus Feldfrüchten, z. B. Deckschichten von Grünfuttersilos und Futterreste.

Im Jahr 2005 war ein deutlicher Anstieg beim Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen für die Biogaserzeugung zu erkennen. Neben Maissilage (19 %) und Getreide (18 %) kam auch Anwelksilage (8 %) zum Einsatz. Der Anteil des aus Feldfrüchten erzeugten Biogases stieg auf 45 %.

Es bleibt festzustellen, dass aufgrund der Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes der gezielte Anbau von Feldfrüchten für die Biogasproduktion von 800 ha (2003) auf nahezu 5 000 ha (2005) angestiegen ist. Die Fläche dürfte sich in den nächsten Jahren ausweiten, da Wirtschaftsdünger nur begrenzt zur Verfügung steht und die Biogaserzeugung aus Feldfrüchten zu einer wirtschaftlich interessanten Alternative geworden ist.

Raps - Rapsöl, Rapsölmethylester

Das Flächenpotenzial für den Non-Food-Rapsanbau (Flächenstilllegung) ist mit ca. 50 000 ha weitestgehend ausgeschöpft. Die Verarbeitungskapazität für Rapssaat beträgt in Thüringen 205 000 t (Abb. 17).

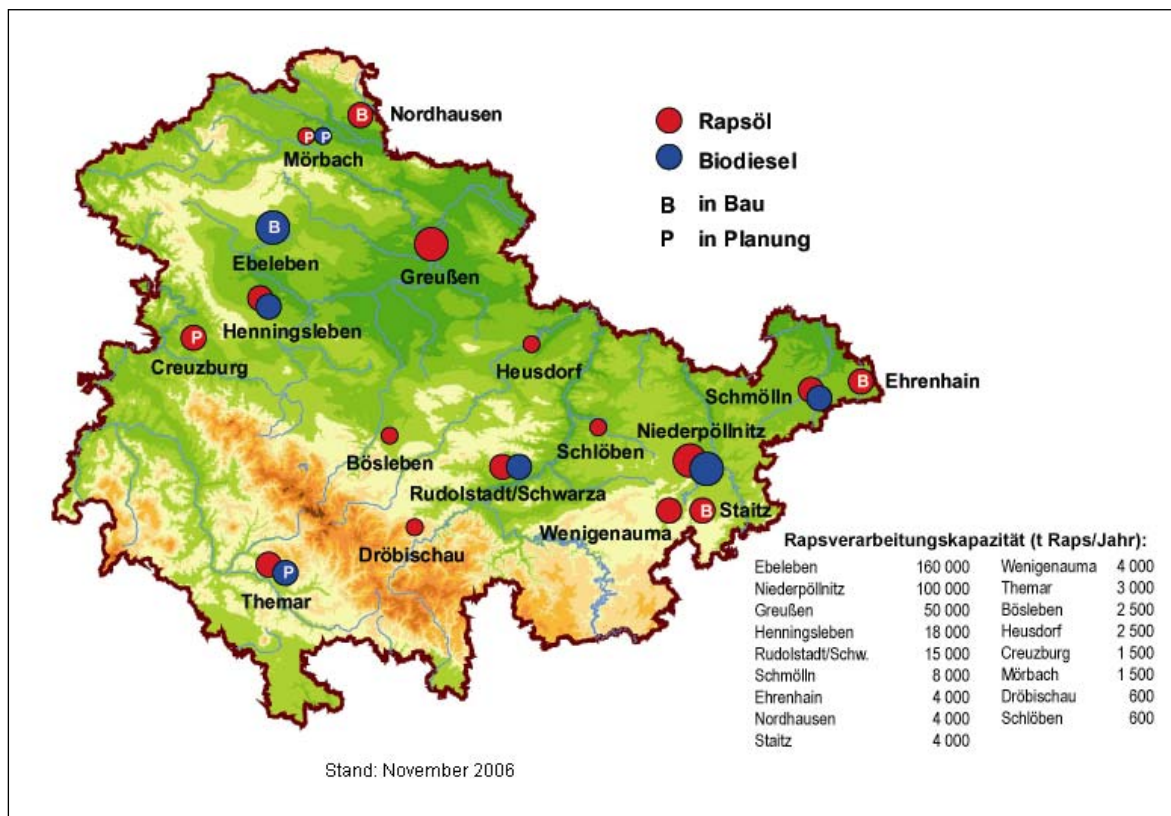


Abbildung 17: Dezentrale Ölgewinnungsanlagen Thüringen

Für die Pressung stehen sieben Kaltpressanlagen und vier Rapsölmethylesteranlagen, inklusive Kaltpressung zur Verfügung. Weitere dezentrale Kaltpress- bzw. RME-Anlagen befinden sich in der Planung bzw. im Bau. Perspektivisch könnten ca. 400 000 t Rapssaat in Thüringen verarbeitet werden. Mit der Änderung der Agrardieselregelung ab 2005 und dem Inkrafttreten des Energiesteuergesetzes 2006, das eine Steuerbefreiung für Biokraftstoffe in der Landwirtschaft vorsieht, steigt der Einsatz von RME und naturbelassenem Rapsöl in landwirtschaftlichen Unternehmen stetig an.

Des Weiteren wird Biodiesel für die Erfüllung der EU-Biokraftstoffrichtlinie [5,75 % Anteil zu Diesel (bezogen auf den Energiegehalt) im Jahr 2010] benötigt. Der Bedarf von Biodiesel wird somit das Angebot in Zukunft überschreiten, im Umkehrschluss heißt das, das Potenzial wird zu 100 % ausgeschöpft.

Getreide - Ethanol

Der Anbau von Getreide für die Ethanolherstellung steht in unmittelbarer Konkurrenz zum Food-Anbau. Der Preis entscheidet über den Anbau und die Vermarktungsrichtung. Thüringen ist traditionell ein Qualitätsgetreideanbauland (E- und A-Weizen). Massegetreide (B- und C-Weizen), wie es für die Ethanolproduktion benötigt wird, braucht, um sein Ertragspotenzial auszuschöpfen, eine gute Wasserversorgung, die in Thüringen aufgrund der ausgeprägten Vorsommertrockenheit, nicht auf allen Standorten gegeben ist. Der Vorteil der C-Weizen- gegenüber der E-Weizenproduktion ist, dass pro erzeugte Produkteinheit ein geringerer Stickstoffeinsatz notwendig ist. Die Stickstoffbilanz ist bei empfehlungskonformem Anbau positiv, sodass der Anbau von Ethanolweizen zur Reduzierung der Stickstoffüberhänge beiträgt. Die angestrebten ca. 30 000 ha Anbaufläche in Thüringen für die Ethanolanlagen in Zeitz und teilweise Zöbzig sind durch die Verarbeitungskapazität vorgegeben. Eine Ausdehnung des Anbaus durch die Thüringer

Landwirtschaft wäre bei entsprechenden Preisen problemlos möglich.

BTL-Kraftstoffe

Die Bundesregierung und die Automobilindustrie favorisieren für die Zukunft die Herstellung von „Biomass to liquid“ = Sun fuel = BTL-Kraftstoffen. Die Herstellung erfolgt über einen Vergasungsprozess mit anschließender Fischer-Tropsch-Synthese. Der Prozess erfordert für den wirtschaftlichen Betrieb Anlagengrößen mit einem Rohstoffbedarf von > 200 kt/a bis 1 000 kt/a. Eine großtechnische Produktion von BTL-Kraftstoff ist frühestmöglich ab dem Jahr 2010 zu erwarten. Die Anforderungen an die Rohstoffe sind noch nicht abschließend definiert. Es sollten lignocellulosehaltige Rohstoffe wie Waldholz, Sägenebenprodukte, Energieholz aus Plantagen oder Ganzpflanzengetreide und Stroh zum Einsatz kommen. Aus heutiger

Sicht kommt bei der erwarteten Ausschöpfung der Rohstoffpotenziale in Thüringen vorrangig Stroh, eventuell ergänzt durch Ganzpflanzengetreide und Energieholz aus Kurzumtriebsplantagen in Betracht. Berechnungen zum Rohstoffaufkommen für einen möglichen Standort (Ebeleben) sind erfolgt.

Zusammenfassung

Nach einer Erhebung des TMWTA deckt Thüringen 10,1 % des PEV durch erneuerbare Energien ab. Die Prognose (Zielstellung) sieht für 2010 12 bis 15 % vor. Das für 2010 ursprünglich anvisierte Ziel von 6 % = 14 000 TJ/a wurde somit bereits 2002 erreicht (Abb. 18).

Im deutschlandweiten Vergleich dürfte Thüringen in Bezug auf die Nutzung erneuerbarer Energien eine Vorreiterrolle spielen. Der Anteil der Biomasse an den erneuerbaren Energien beträgt 87 % (Abb. 19) und verdeutlicht die hervorragende Stellung nachwachsender Rohstoffe.

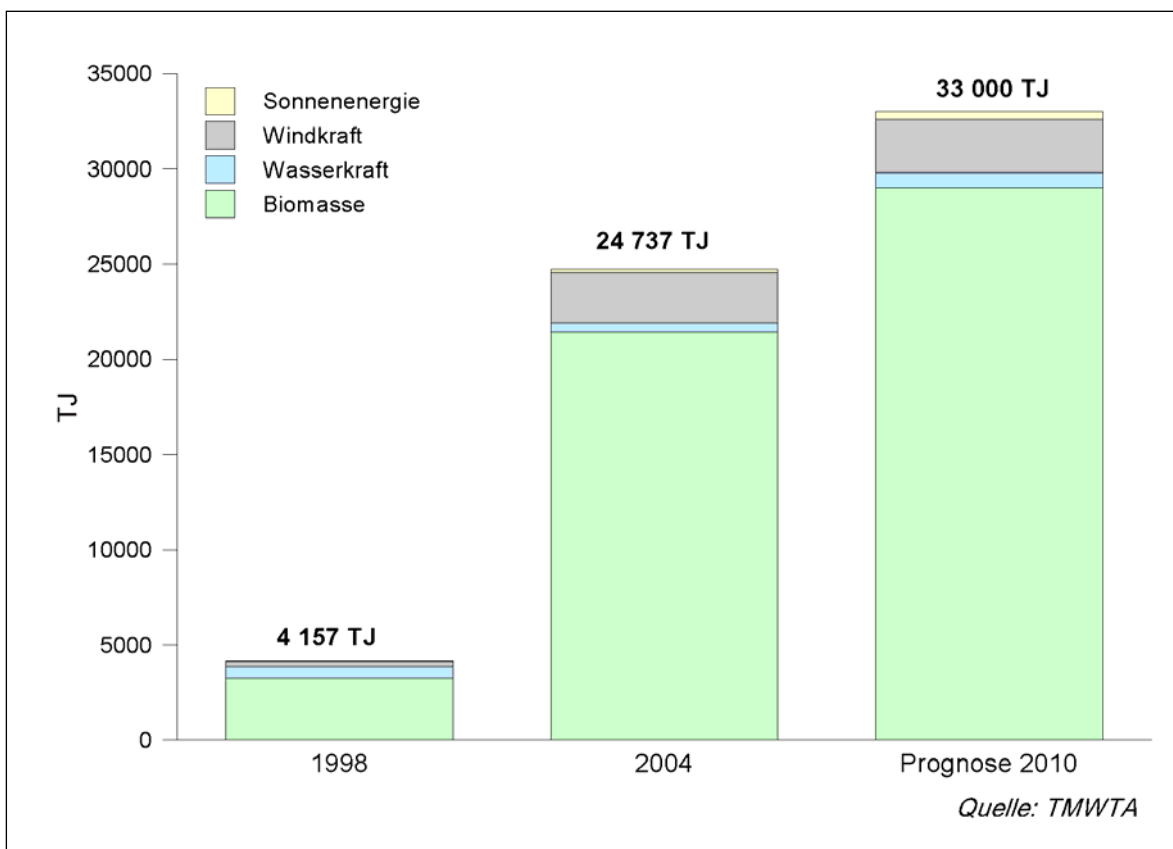


Abbildung 18: Nutzung von erneuerbaren Energien in Thüringen

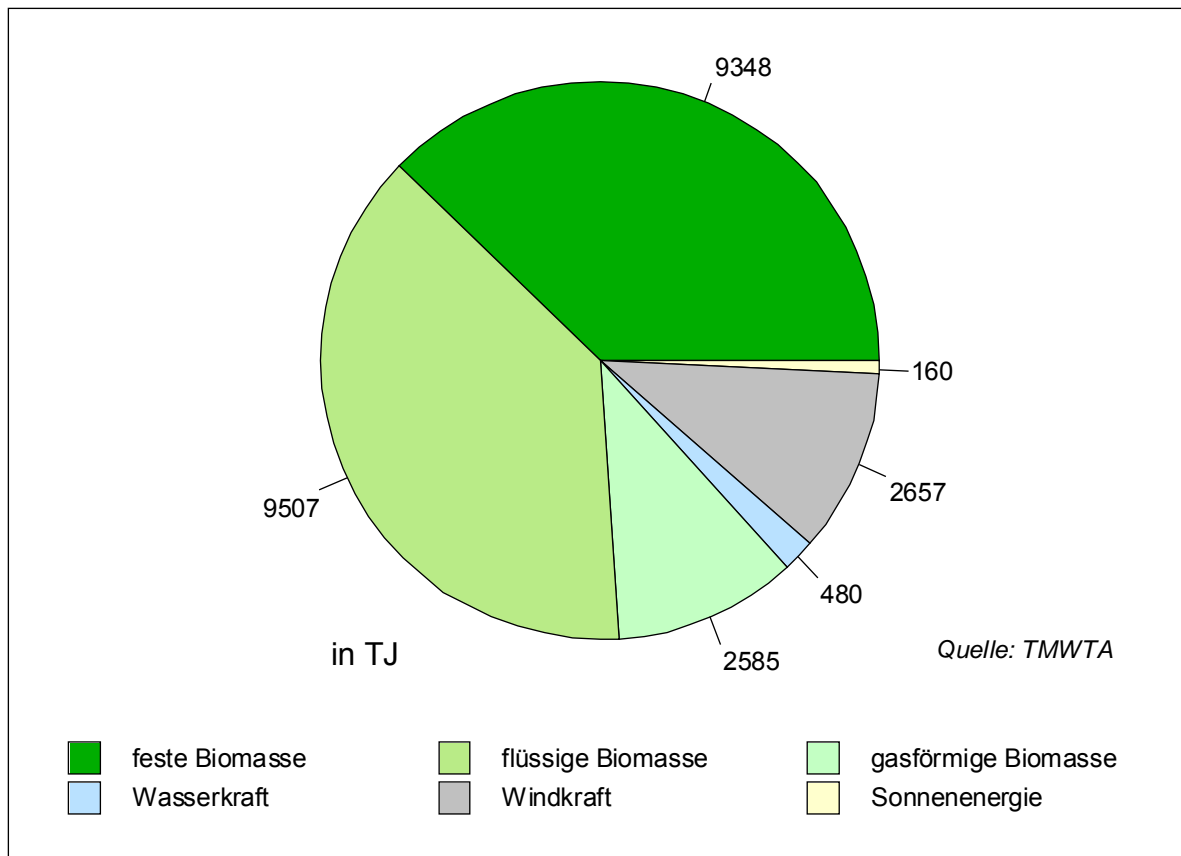


Abbildung 19: Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch, Stand: 2004

3 Struktur- und Beschäftigungseffekte

Statistische Erhebungen über Arbeitsplätze im Bioenergiebereich existieren für Thüringen nicht. Eine Abschätzung der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Stand: 2006) gibt für die Bundesrepublik 170 000 Arbeitsplätze an, davon entfallen auf die Bioenergie ca. 65 000, d. h. knapp 40 %.

Der aus übergeordneten Überlegungen unverzichtbare anteilige Wechsel von fossilen zu erneuerbaren Rohstoffen ist mit einem Mehraufwand an Arbeitszeit verbunden.

Diese zusätzlich benötigten Arbeitskräfte kommen vorwiegend dem ländlichen Raum zugute.

Bei Wind-, Wasser- und Solarenergie entstehen die Arbeitsplätze durch die Herstellung und die Errichtung der Anlagen. Bei der Nutzung der Bioenergie ist durch die laufende Bereitstellung der nachwachsenden Rohstoffe ein erheblicher zusätzlicher Arbeitsplatzefekt zu verzeichnen. Es sollte daher grundsätzlich in die Bereiche Anlagenerrichtung und Rohstoffversorgung unterschieden werden (Tab. 4).

Tabelle 4: Bioenergiearbeitsplätze 2004 bis 2006 Thüringen

Herstellung und Errichtung von Anlagen	Quelle	Beschäftigte
• Herstellung Biomasseheizanlagen	TMWTA	100
• Planung und Errichtung von Biomasseheizanlagen ⁵⁾	UZH	250
• Betrieb und Wartung von Biomasseheizanlagen und -werken ¹⁾	TLL	250
• Planung und Errichtung von Biogasanlagen ²⁾	TLL	15
• Betrieb von Biogasanlagen ⁶⁾	TLL	50
• Betrieb von Rapsöl- und RME-Anlagen + Vertrieb	TLL	150
Rohstoffbereitstellung		
• Bereitstellung von Holz durch die Forstwirtschaft	TMLNU	900
• Rapsanbau auf Stilllegungsflächen ³⁾	TLL	500
• Bereitstellung von Kofermenten ⁴⁾	TLL	100
• Bereitstellung von Ethanolgetreide ⁴⁾	TLL	300

¹⁾ AP pro 2 MW und 500 MW_{inst.} Leistung

²⁾ 10 Stück pro Jahr

³⁾ 50 000 ha bei 1 AK/100 ha

⁴⁾ nur Umverteilung der Arbeitsplätze vom Food zum Non-Food-Anbau

⁵⁾ ohne Kaminbauer und Ofensetzer

⁶⁾ 1 AK pro Anlage

Die Zahlen stellen die untere Grenze dar, der Brennstoffhandel mit Pellets, Scheitholz, die Selbstwerbung von Holz, die Leistung des Kaminkehrers, etc. wurden nicht berücksichtigt. Eine zweite, auch geschätzte Zahl ist in diesem Zusammenhang aufschlussreich. Der Anteil der Biomasse am PEV Thüringens beträgt 21 400 TJ. Würde dieser Verbrauch über Heizöl mit einem Preis von 60 ct/l abgedeckt, entspricht das einem finanziellen Wert von **ca. 300 Mio. €/a**. Im Gegensatz zum Heizöl, bei dem nur der Wert der Distribution in Thüringen Wertschöpfung ermöglicht, verbleibt bei Biomasse fast der gesamte Wert als Kaufkraft im Lande.

4 Politische, technische und ökonomische Rahmenbedingungen

4.1 Ordnungspolitische Rahmenbedingungen

Vor dem Hintergrund der globalen Klimaveränderung wurden seitens der Europäischen Union und der Bundesrepublik Deutschland in den vergangenen Jahren zahlreiche Gesetze, Verordnungen und Richtlinien erlassen, die den Einsatz regenerativer Energieträger, als auch der Biomasse fördern sollen. Die jüngste Vergangenheit hat zudem die Importabhängigkeit Deutschlands bei fossilen Energieträgern und die damit verbundenen Probleme für das Wirtschaftswachstum deutlich aufgezeigt. Der Nutzung der Bioenergie kommt auch aufgrund ihrer ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Nachhaltigkeit innerhalb der regenerativen Energieträger für absehbare Zeit die größte Bedeutung zu. Im Folgenden sollen die wesentlichen Rahmenbedingungen (nach SCHÜTTE 2004, ergänzt) aufgeführt werden:

- EU-Weißbuch: Artikulierung der Zielsetzung der Verdoppelung des Anteils erneuerbarer Energien am gesamten EU-Energieverbrauch von 6 % (1997) auf 12 % (2010)
- EU-Ökostrom-Richtlinie (2001/77/EG): Steigerung des erneuerbaren Energien-Anteils am Stromverbrauch der EU von knapp 14 % (1997) auf 22 % (2010)
- EU-Biokraftstoffrichtlinie (2003/30/EG): Erreichung eines Marktanteils von Biokraftstoffen von 2 % (2005) bzw. 5,75 % (2010)
- EU-Energiesteuer-Richtlinie (2003/96/EG): Mitglieder können auch in Beimischungen Biokraftstoffe von der Steuer befreien
- EU-Flächenstilllegungsregelung (VO-EG Nr. 2461/99): der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen ist auf Stilllegungsflächen gestattet
- EU-Energiepflanzenprämie (VO-EG Nr. 2237/2003): auf Basisflächen erhalten Energiepflanzen (ab Ernte 2004) eine zusätzliche Flächenprämie von 45 €/ha

Deutschland hat sich zum Ziel gesetzt den Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch von 2,1 % (2000) auf 10 % (2020) zu erhöhen, 50 % des Primärenergie-

verbrauches bis 2050 aus erneuerbaren Energien bereitzustellen und den Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energien von 7,9 % (2003) auf 20 % im Jahre 2020 zu steigern. Die Erfüllung dieser Zielstellung sollen verschiedene Gesetze und Verordnungen fördern:

- Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich (21.07.2004)
- Energiesteuergesetz: Steuerermäßigung (-befreiung) für biogene Kraftstoffe in der Land- und Forstwirtschaft (15.07.2006)
- Biokraftstoffquotengesetz vom 26.10.2006
- Biomasseverordnung regelt die Zulässigkeit des Einsatzes von biogenen Rohstoffen bei der Verstromung nach EEG
- Kreislaufwirtschaftsgesetz stellt die energetische Verwertung der stofflichen Verwertung gleich

Erwähnt werden muss aber auch, dass Gesetze und Verordnungen die energetische Verwertung nachwachsender Rohstoffe behindern können. Als Beispiele seien genannt:

- Geltung der TA-Luft für Strohfeuerungsanlagen ab einer Feuerungswärmeleistung von 100 kW (Holz \geq 1 000 kW)
- Ausschluss von Tiermehl und unbedenklichen Schlachthofabfällen aus der Biomasseverordnung
- Ausschluss von Nebenprodukten der Erstverarbeitung, z. B. Schlempen, Rapsschrot, Kleie, etc. als Reststoff für die Stromerzeugung nach EEG
- Getreide kein Regelbrennstoff in der 1. BImSchV
- Ausschluss von festen Brennstoffen, damit auch Holz, in B-Plan-Gebieten durch die Kommunen

Das Land Thüringen sollte in den entsprechenden Gremien darauf dringen, dass die auch zum Teil wissenschaftlich nicht nachvollziehbaren Tatbestände geändert werden.

4.2 Vergleichende Rohstoffkostenbetrachtungen

Der Anstieg der Preise für fossile Energieträger in letzter Zeit hat zu einer Verbesserung

der Wettbewerbsfähigkeit der Bioenergie geführt. In Abbildung 20 sind die Preise für Heizöl aufgeführt. Da die Erdgaspreise an Heizöl gekoppelt sind, wird bzw. hat sich schon teilweise der Preis für Erdgas erhöht.

Für weitere Berechnungen der Wirtschaftlichkeit und entsprechende Förderprogramme wird ein Preis von **0,55 €/l** Heizöl zugrunde gelegt.



Abbildung 20: Heizölpreisentwicklung

Die Kosten und Preise für Biokraft-Rohstoffbereitstellung unterliegen vielfältigen Einflüssen. Sie sind nicht an die Preise für fossile Energieträger gekoppelt. Art, Lagerungsdichte, Transportentfernung zum Verbraucher und natürlich die Nachfrage vom Nutzer sind nur einige Parameter, die erheblichen Einfluss ausüben können. Für die meisten biogenen Rohstoffe existieren keine „offiziellen Preise“.

Einen Anhaltspunkt gibt der Vergleich der Preisentwicklung bei festen Brennstoffen, ermittelt aus Befragungen (Abb. 21). Scheitholz (keine Selbstwerbung) und Pellets liegen trotz eines leichten Preisanstieges seit Juli 2004 deutlich unter dem Heizölvergleichspreis.

Die Preise für Rapsöl und Biodiesel orientieren sich dahingegen an den Preisen für Diesel (Abb. 22).

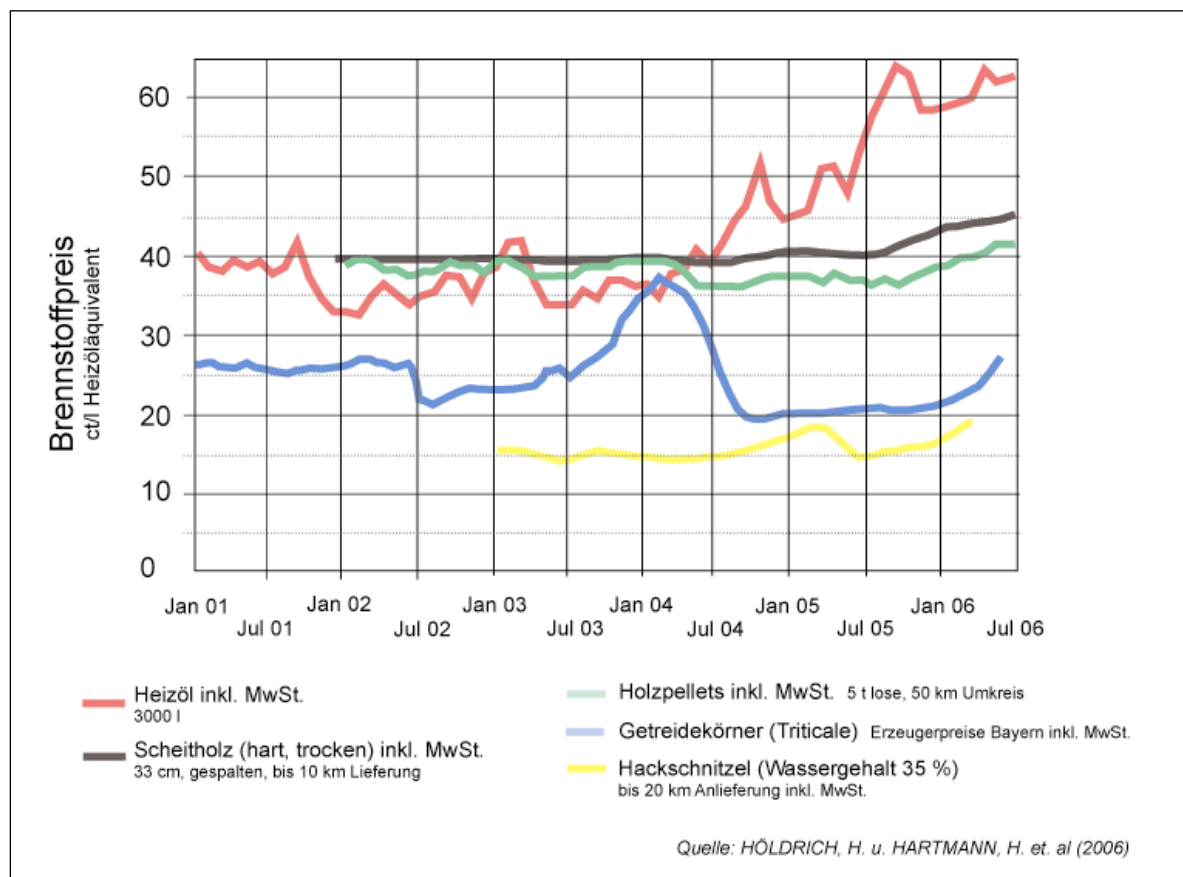


Abbildung 21: Marktpreise für biogene Energieträger

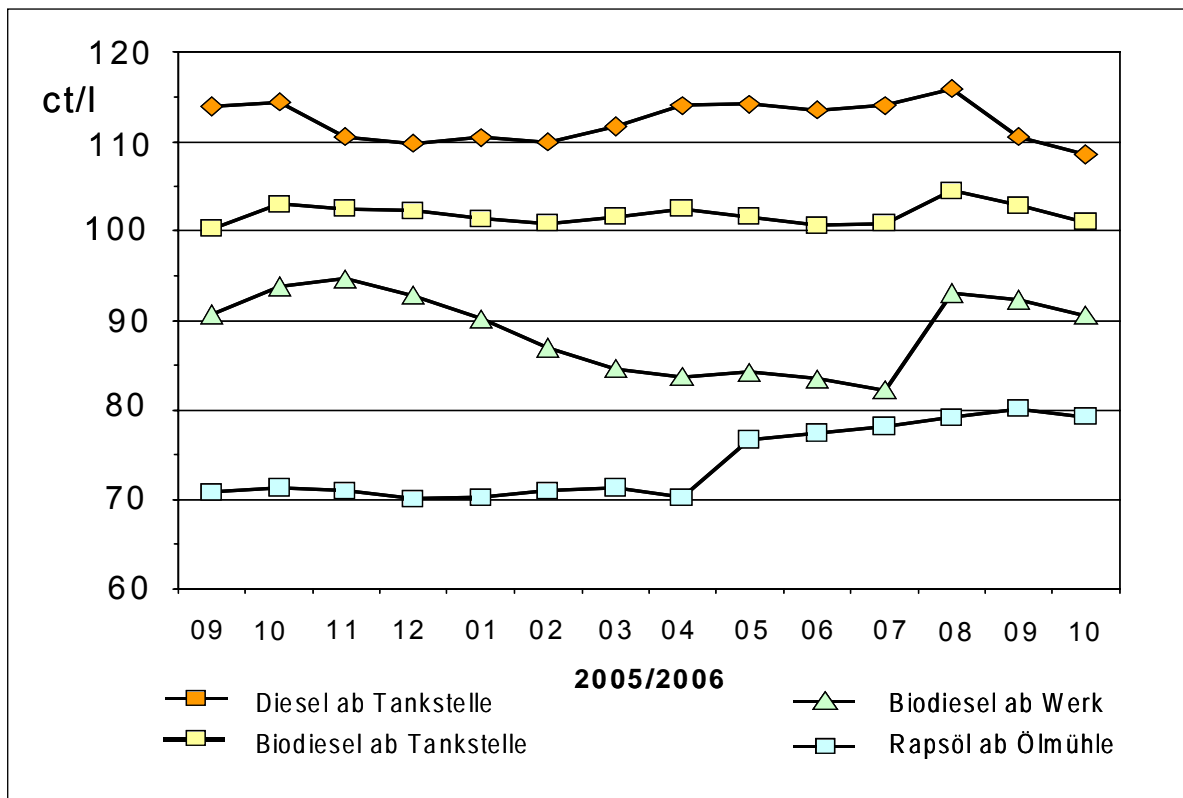


Abbildung 22: Entwicklung Biodieselpreis (inkl. Steuern)

Für die Rohstoffpreise sind neben den erzielbaren Kraftstoffpreisen auch die Preise für das Nebenprodukt Rapskuchen entscheidend (siehe Standpunkt der TLL „Verwertung

von Rapskuchen in der Thüringer Landwirtschaft“). Die aktuellen Herstellungskosten sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Herstellungskosten für Biokraftstoffe in Deutschland (Quelle: FNR 2006, nach meo)

	Herstellungskosten €/l	Kraftstoffäquivalente €/l	Herstellungskosten €/GJ
Biodiesel aus Raps	0,63	0,69	19,03
Rapsöl	1,49	0,51	14,17
Bioethanol			
Getreide	0,47	0,72	21,97
Zuckerrüben	0,57	0,88	27,00
Zuckerrohr (BRA)	0,22	0,34	10,39
Lignozellulose	0,64	0,98	30,00
BTL	1,00	1,03	29,90
Biomethan (Biogas)	1,04*	0,74	20,83

* €/kg

Der europäische Ethanolmarkt wird durch Zölle vor dem Import kostengünstig hergestellten Ethanols aus Zuckerrohr geschützt. Allerdings sind bei den in Tabelle 5 aufgeführten Preisen noch die Kosten für den Transport von Brasilien nach Europa von bis zu 20 ct/l hinzuzurechnen. Des Weiteren wird deutlich, dass der Zukunftskraftstoff BTL sogar bei relativ niedrigen Rohstoffpreisen erhebliche Kosten in der Herstellung verursacht.

4.3 Wärmebereitstellung

Anlagen zur direkten Erzeugung von Wärme werden gegenwärtig fast ausschließlich auf der Basis von Holz betrieben. Dabei muss wiederum in Stückholz-, Hackgut- und Pelletheizungen unterschieden werden. Bei größeren Heizwerken kommt zudem Schreddergut, inklusive Altholz zum Einsatz.

Vor allem in Österreich, aber auch in Bayern geht in den letzten Jahren die Tendenz zu Hackgutheizungen in größeren Einzelgebäuden bzw. mit Nahwärmeversorgungssystemen. Allein im Bundesland Niederösterreich werden 160 Fernwärmanlagen mit einer Leistung von 170 MW betrieben.

Thüringen hat hier einen erheblichen Nach-

holbedarf. Als Gründe wurden in der Vergangenheit die hohen Biomasse- und niedrigen Heizölpreise aufgeführt. Dies führte dazu, dass die Umstellung nach der Wende von Kohle vorrangig auf Öl oder Gas erfolgte. Allerdings beginnt die normative Nutzungsdauer vieler Heizanlagen abzulaufen, sodass sich neue Chancen für den Einbau von Biomasseheizanlagen ergeben, die es zu nutzen gilt. Eine Studie der DBU verdeutlicht zudem die geringe Abhängigkeit der Wärmebereitstellungskosten von den Biomassepreisen (Abb. 23).

Es handelt sich dabei um die Auswertung von der DBU geförderte Holz- und Strohheizanlagen. Die kapitalgebundenen Kosten haben bei mittleren Anlagengrößen (300 kW bis 5 MW) einen bedeutend größeren Einfluss als die Rohstoffkosten. Die z. T. extrem hohen Aufwendungen beruhen vorrangig auf einer Überdimensionierung der Anlagen und Nahwärmenetze bzw. einer zu kostenintensiven Bauweise. Einer vorwettbewerblichen Beratung mit einer belastbaren Kostenvorabschätzung, inkl. einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, ist für den späteren wirtschaftlichen Betrieb maßgeblich entscheidend. Diese Beratung ist mindestens genau so wichtig wie eine Investitionsförderung.

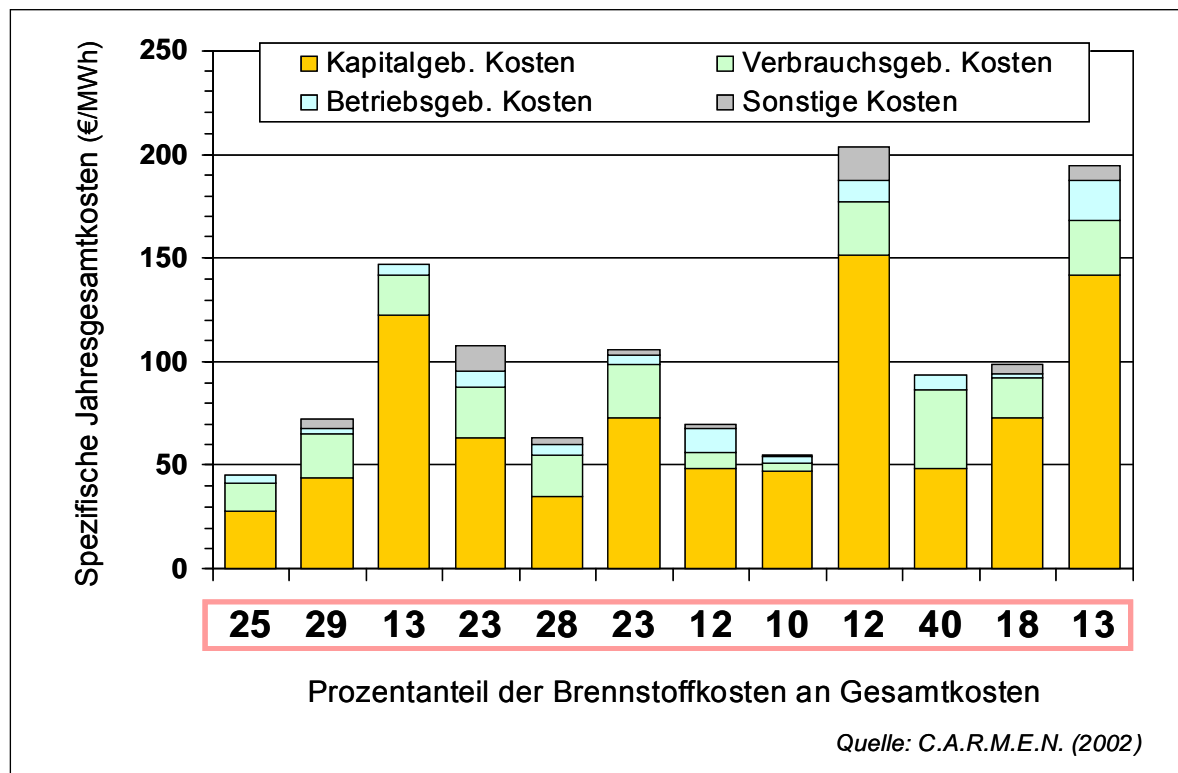


Abbildung 23: Anteil der Brennstoffkosten an den Gesamtkosten von Biomasseheizanlagen

Bei einer vergleichenden Betrachtung der Wärmegestehungskosten im kleineren Anlagenbereich, d. h. Insellösung (ohne Nahwärmenetz) und Bauhüllen, wird deutlich, dass die Wirtschaftlichkeit von den Investitions- und den Brennstoffbezugskosten abhängt. Hackschnitzelheizungen können bei Nutzung aller Synergieeffekte bereits die Schwelle der Wirtschaftlichkeit erreichen (Abb. 24).

Entscheidend sind bei größeren Anlagen die Kosten für die Wärmeverteilung, d. h. die Auslegung von eventuell notwendigen Nahwärmenetzen. Getreide könnte, wenn es bei der emissionsrechtlichen Einstufung wie Holz behandelt würde, ebenfalls kostendeckend energetisch verwertet werden. Inwieweit verschärfte Anforderungen in einer novellierten 1. BImSchV und damit Kosten für die Primär- und Sekundärmaßnahmen die Wirtschaftlichkeit beeinflussen kann zurzeit nicht abschließend beurteilt werden. Zusätzlich zu berücksichtigen sind die z. T. erheblichen Kosten für Standorterschließung und bauliche Maßnahmen bei Heizanlagen, vor allem mit automatischer Beschickung.

Dabei ist zu beachten, dass eine erhebliche Variabilität zwischen den Standorten gegeben ist.

Stückholz für Zentralheizungen

Einsatzgebiete sind Einfamilienhäuser, Bauerngehöfte und kleinere öffentliche Einrichtungen (Kindergärten, Schulen mit Hausmeister). Kombikessel mit Öl und Gas sind Stand der Technik. Die Wirtschaftlichkeit ist zumeist gegeben, vor allem bei Selbstverbrennung des Holzes.

Pelletheizungen für Einzelfeuerung und Zentralheizung

Die Wirtschaftlichkeit bei kleineren Anlagen ist oft nur mit Förderung gegeben. Sie verbinden Ökonomie, Ökologie und Komfort. Der Bekanntheitsgrad ist zu gering. Des Weiteren ist ein Netz zur Brennstoffabsicherung aufzubauen. Die hohen Brennstoffkosten beruhen zu großen Teilen auf der Logistik.

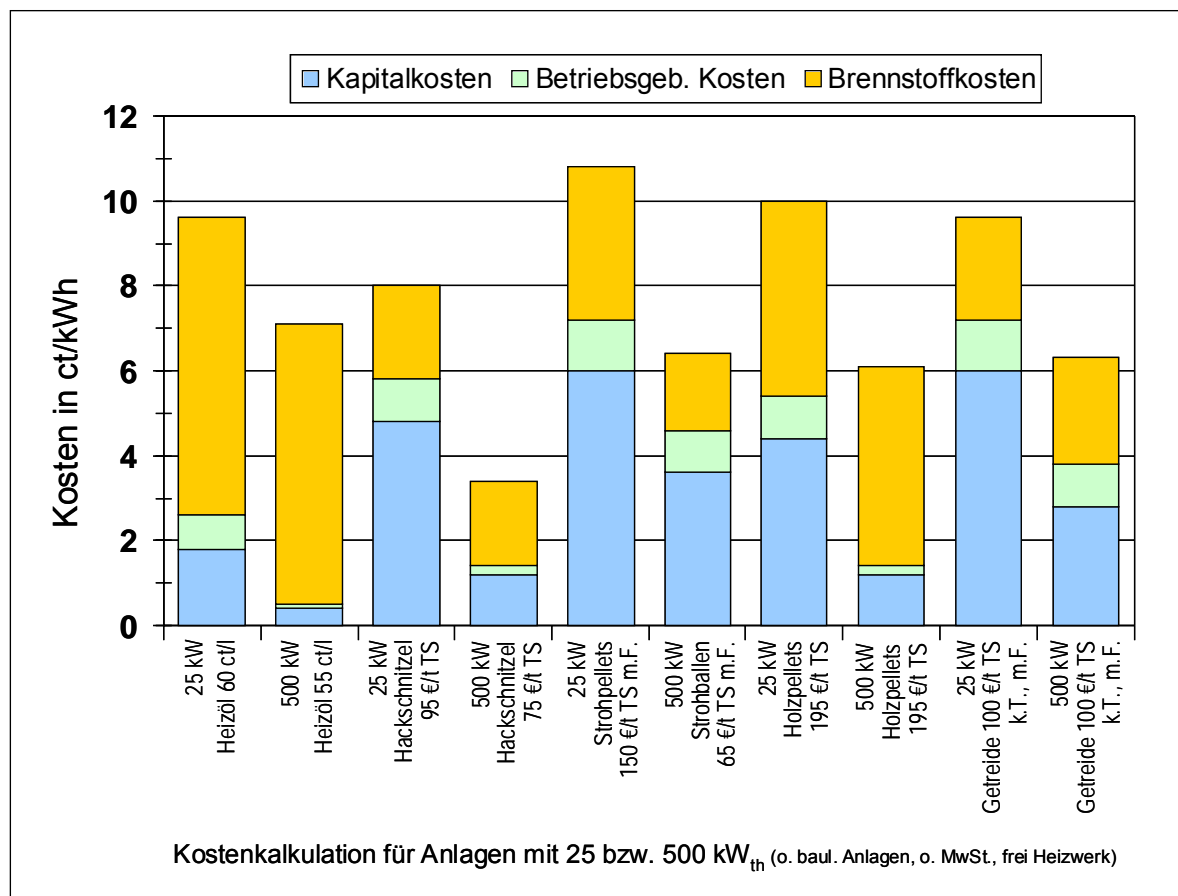


Abbildung 24: Vergleich verschiedener Energieträger und Techniken zur Wärmeerzeugung

Hackschnitzelheizungen

Einsatzgebiete sind vorrangig Bauernhöfe, gewerbliche und landwirtschaftliche Betriebe, Schulen, Bäder, öffentliche Einrichtungen (Schulen, Umweltzentren, Behörden, etc.). Die Wirtschaftlichkeit ist an **günstigen** Standorten bei Vergleichspreisen von > 4 ct/kWh für fossile Energieträger gegeben. Haupthindernisse sind vor allem die Unkenntnis von Planungsbüros, alte Vorurteile gegen Holzheizungen und vor allem die Bequemlichkeit sich mit der Materie näher zu beschäftigen. Zudem ist das Handelsnetz für Hackschnitzel in vielen Regionen ungenügend entwickelt, sodass diese oft teuer angeboten werden (weite Transportwege).

Nahwärmeversorgungssysteme mit Biomasse

Unabhängig vom Energieträger ist für die Wirtschaftlichkeit von Nahwärmesystemen deren Belegung, ausgedrückt in kW/lfd. m Trasse, entscheidend. Da das Verlegen von Wärmetrassen in bestehende Bebauungsgebiete sehr teuer ist, sollten vor allem vorhandene Fernwärmesysteme und neu zu erschließende Gewerbe- und Wohngebiete genutzt werden. Die Wirtschaftlichkeit ist bei entsprechenden Standorten mit hoher Wärmedichte gegeben. Haupthinderungsgrund ist die Bequemlichkeit. Bei der Erschließung wird der regionale Gaslieferant konsultiert, der dann alles Weitere in die Wege leitet. Bei Biomasse muss sich der Erschließer oder Auftraggeber selbst kümmern. Ein Ausweg sind Contractingfirmen. Prinzipiell läuft alles wie bei Gas ab. Die Firma kümmert sich bei der Erschließung um den Bau der Anlagen und übernimmt dann die Versorgung des Wohn- und Gewerbegebietes mit Wärme. Um derartige Anlagen wirtschaftlich betreiben zu können, sollten folgende Richtwerte Beachtung finden:

- Investitionskosten:
 < 250 €/MWh verbrauchbare Wärmeenergie
- Jahresvolllaststrom des Biomassekessels:
 $> 2\,500$ h/a
- Abdeckung des Jahreswärmebedarfs über Biomasse:
 > 70 %
- Anschlussdichte:
 $> 1,5$ MWh/a und m Wärmetrasse

Strohheizanlagen

Prinzipiell treffen die Aussagen von Holzheizanlagen auch auf Strohheizanlagen zu. In Bezug auf die Anwendung besteht eine erhebliche Nachfrage aus der Landwirtschaft für Anlagen zwischen 200 und 800 kW-Leistung. Allerdings sind Anlagen, die mit Stroh und strohähnlichen Stoffen betrieben werden, ab 100 kW genehmigungspflichtig. Des Weiteren sind Strohheizungen derzeit durch höhere Investitionskosten gekennzeichnet, die im Folgenden begründet sind:

- weniger ausgereifte Technik
- größerer Verbrennungsraum
- höhere Anforderungen an das Ascheaustragungssystem und die Brennstoffzuführung
- höhere Anforderungen an die Staubabscheidung (Gewebefilter)
- höhere Anforderungen an die Steuerung und Regelung („kalte Verbrennung“)
- kein Markt z. Z. für Energiestroh, d. h. aufwändigere Lagerung (Sicherheit)
- aufwändigere Genehmigungsverfahren

Als Fazit ist bei Strohheizanlagen mit ca. 30 % höheren Investitionskosten im Vergleich zu Hackschnitzelheizanlagen zu kalkulieren. Diese aufgeführten Nachteile haben bisher zu keiner weiteren Verbreitung von Strohheizanlagen geführt. Als Haupthindernis ist eindeutig die Genehmigung nach TA Luft ab 100 kW anzusehen.

4.4 Stromerzeugung

Elektroenergie kann sowohl mit KWK-Anlagen auf der Basis fester Brennstoffe als auch mit gasförmigen und flüssigen Brennstoffen in BHKW's erzeugt werden. Die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung von Strom aus Biomasse wird vorrangig durch das EEG bestimmt. Dieses sieht unterschiedliche Einspeisetarife, gestaffelt nach der Anlagengröße, der Art der Biomasse, der Technologie und einer eventuellen Wärmenutzung (KWK) vor. Diese „Bonuse“ sind kumulierbar (Abb. 25).

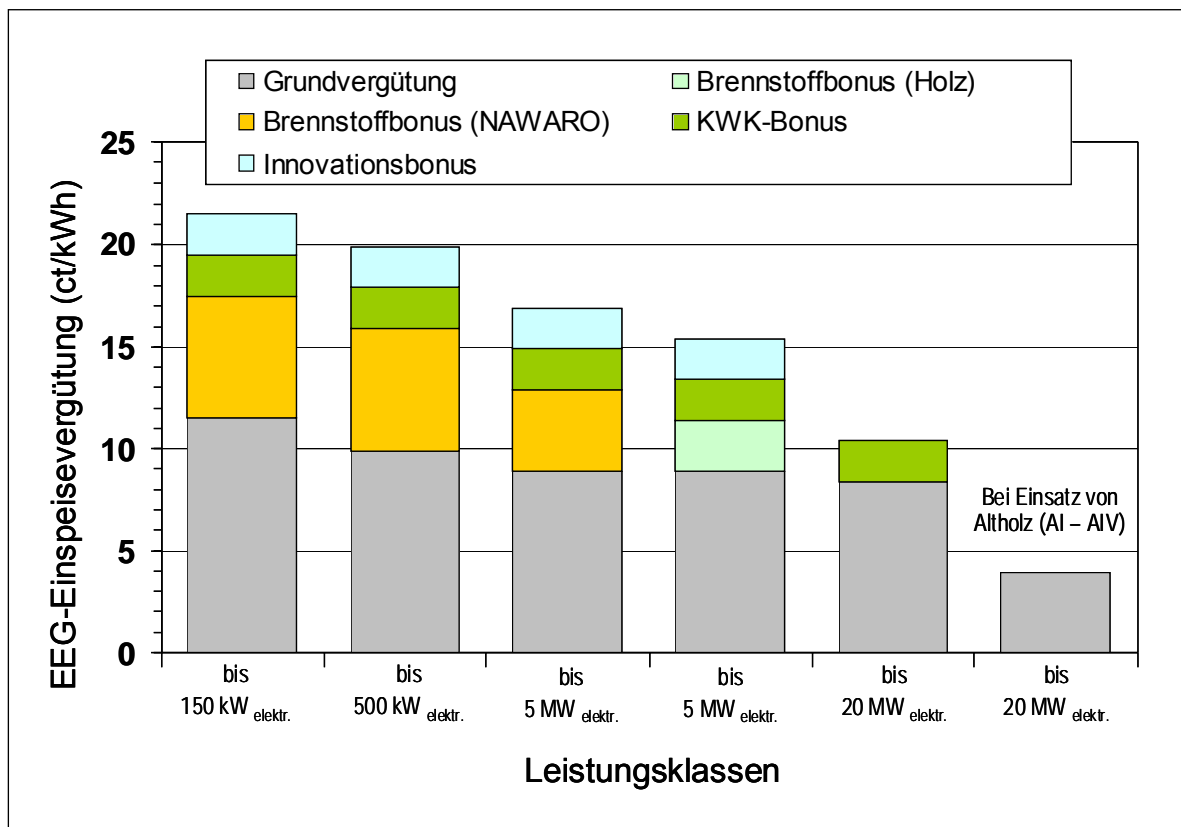


Abbildung 25: Einspeisevergütung nach EEG (ohne Degression)

Feste Brennstoffe (KWK)

An einem Beispiel sei die Wirkungsweise der Bonusse kurz verdeutlicht (Tab. 6).

Zu beachten sind bei diesen Betrachtungen die unterschiedlichen Wirkungsgrade. Trotzdem kann eine ORC-Anlage, die konsequent die Wärme nutzt, was in dem kleineren Leistungsbereich möglich ist, aufgrund der unterschiedlichen Einspeisevergütungen genauso effizient sein wie ein Altholzkraftwerk, das die Wärme nicht nutzen kann. Das novellierte EEG hat somit die Möglichkeit geschaffen, dass auch naturbelassene Biomassen in Konkurrenz zum Altholz eine wirtschaftliche Chance haben. VOGEL u. a. (2004) haben für unterschiedliche Leistungsgrößen einen Vergleich aufgestellt.

Im Bereich 20 MW_{elektr.} haben vor allem die Wirbelschichtfeuerung und konventionelle Dampfprozesse eine Chance. Im kleineren Bereich von den nach dem EEG favorisierten 4,5 MW_{elektr.} kommt vor allem der klassische Dampfprozess zum Einsatz. Vergasungsverfahren, egal welcher Leistungsgröße, können kurzfristig nur im Abfallbereich wirtschaftlich bestehen. Allerdings lassen neuere Entwicklungen (z. B. Fa. Mothermik) auch für diese Technologie in absehbarer Zeit praxisreife Anlagen erwarten. Im kleineren Leistungsbereich haben gegenwärtig die ORC-Technik und der Stirling-Motor seine Einsatzberechtigung (WERTER, T., Holz-Zentralblatt 37/2004).

Tabelle 6: Wirkungsweise der Mindestpreise nach EEG

	ORC-Anlage Stroh < 500 kW_{elektr.} Leistung	Dampfprozess	
		ohne Wärmenetz > 5 MW	mit Wärmenetz < 5 MW
Grundvergütung (ct/kW) ¹⁾	9,9	8,4	8,9
Holzbonus	-	-	2,5
Biomassebonus	6,0	-	-
Technologiebonus	2,0	-	-
KWK-Bonus	2,0	-	-
Σ Einspeisevergütung	19,9	8,4	11,4

¹⁾ nicht kumuliert

Biogas - BHKW

Das novellierte EEG hat die Grundlage geschaffen, dass erstmals Biogasanlagen auch ohne Entsorgungsgebühren für Abfälle, wirtschaftlich betrieben werden können. Allerdings muss sich der Anlagenbetreiber aufgrund der unterschiedlichen Vergütungssätze, ein für allemal entscheiden, ob er Abfälle oder Gülle/NAWARO einsetzen will.

Entscheidend für einen wirtschaftlichen Betrieb sind:

- Investitionskosten (€/kW_{elektr.})
- Volllaststundenzahl und elektrischer Wirkungsgrad des BHKW
- Kosten für Wartung und Instandhaltung
- Methanausbeute des Substrates
- Kosten der Kosubstrate

- Erweiterung bestehender Anlagen durch Belastungssteigerung und Errichtung zusätzlicher Gasverwertungsanlagen
- Silageeinsatz bei Konkurrenzpreisen zu Futter
- Planung von Anlagengröße unabhängig vom Substratanfall (Ziel 500 kW-Anlagen)
- Konzipierung von Monovergärungsverfahren (Trockenfermentation)
- Ziel: Anlagen schnell bauen (vermeiden von 1,5 %/a Abzug von der Mindestvergütung)

Im Zuge des novellierten EEG sollten grundsätzlich NAWARO als Kosubstrat eingesetzt werden.

Für die Wirtschaftlichkeit ist eine gute Anlagenplanung, der Einsatz erprobter, auf das Substrat abgestimmter Technik sowie eine gute Prozessführung ausschlaggebend. Für Letzteres ist die Schulung des Personals, aber auch die Entwicklung von Messtechnik zum frühzeitigen Erkennen von Prozessstörungen notwendig. Die Investitionsförderung verliert an Bedeutung, da eine Rentabilität über die im EEG festgelegte Mindestvergütung erreicht werden kann.

Folgende Entwicklungstendenzen zeichnen sich besonders durch die Novelle des EEG ab:

Die diskutierte Verteilung von Biogas über das Erdgasnetz ist zurzeit keine Alternative, da die Gasaufbereitung auf die lokale Erdgasqualität (Deutschland hat mindestens vier unterschiedliche Erdgasnetze) mit Trocknung, H₂S-Entfernung, CO₂-Entfernung erhebliche Aufbereitungskosten in der Größenordnung der Biogaserzeugniskosten (ca. 50 ct/m³) verursachen. Zudem fehlt die gesetzliche Regelung. Fast alle in Thüringen gebauten bzw. in Bau und Planung befindlichen Biogasanlagen setzen Kosubstrate zu Gülle ein. Da, außer für Getreide, für diese landwirtschaftlichen Rohstoffe keine Marktpreise existieren, gilt es, seitens der Pflanzenproduktion auch innerbetrieblich die Grenzkosten für die Bereitstellung frei Biogasanlage zu ermitteln. Als Bezugsgröße dient dabei immer die betriebswirtschaftlich „schwächste Fruchtart“, unter

Thüringer Standortbedingungen in der Regel die Wintergerste (Abb. 26).

Umgekehrt gilt es, die Grenzkosten zu ermitteln, zu denen eine Biogasanlage nachwachsende Rohstoffe beziehen kann. Diese sind abhängig von der Größe der Anlage (Investitionskosten) und den unterschiedlichen EEG-Einspeisevergütungen, die wiederum von der Größe und verschiedenen Bonussen (NAWA-RO, KWK, Innovation) abhängen. Die in der Abbildung 27 dargestellte Modellrechnung für drei Anlagen mit variiertem Gülleanteil, hin bis zur Monovergärung zeigt, dass bei Mais die Grenzkosten von 31 €/t Silage auf 24 €/t, bei Getreide von 91 €/t auf 68 €/t bei Monovergärung sinken. Bei der Monovergärung wird das Verfahren der Nassfermentation ohne Innovationsbonus zu Grunde gelegt.

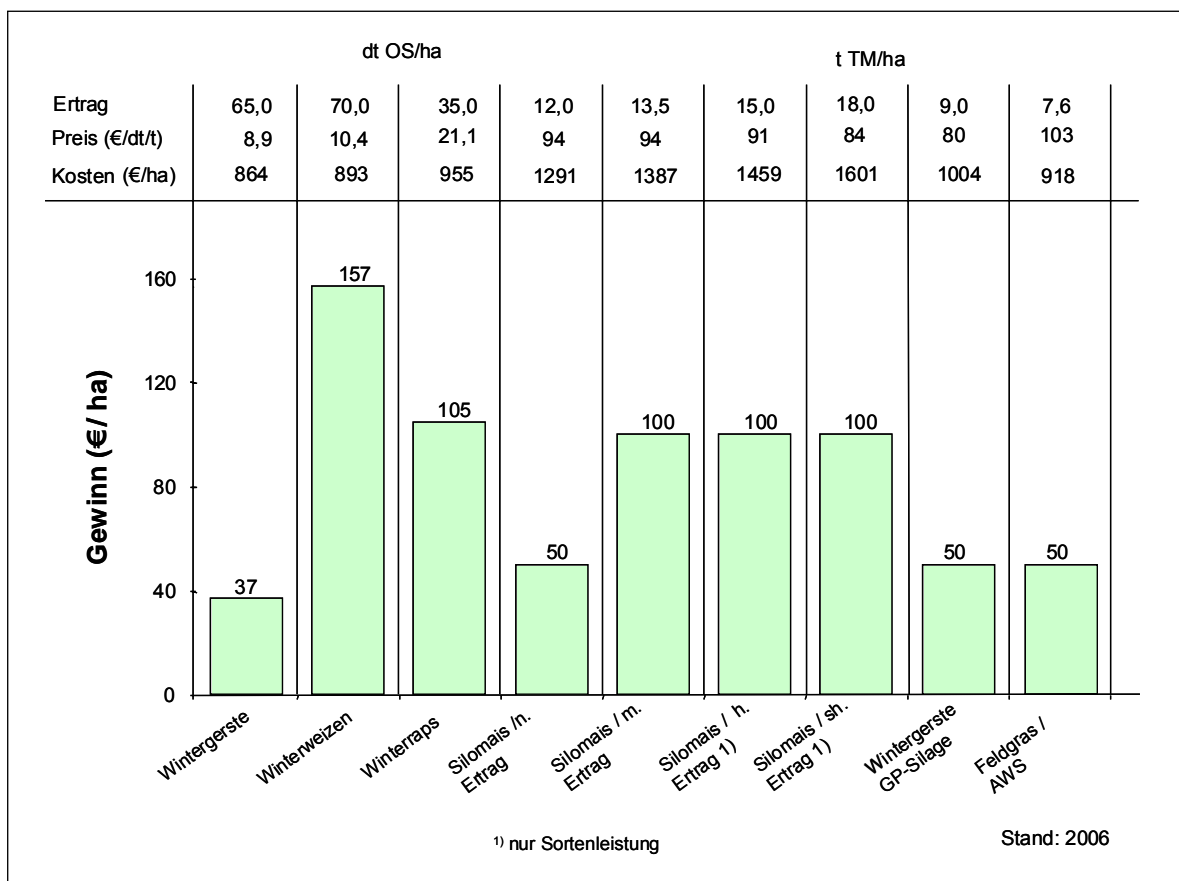


Abbildung 26: Notwendige Biomassepreise zur Erreichung der Rentabilitätsschwelle

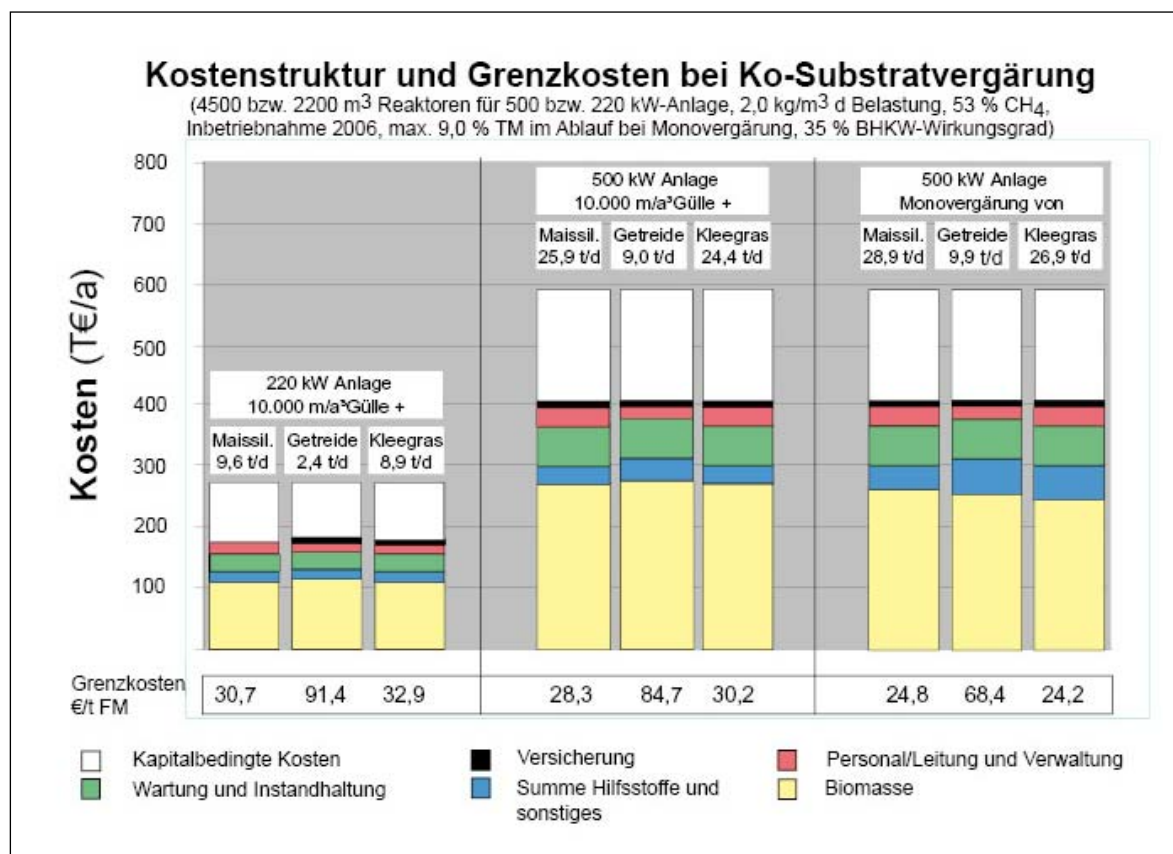


Abbildung 27: Grenzkosten bei unterschiedlicher Anlagenleistung und verschiedenen Ko-Substraten

Bei diesen Modellrechnungen sind keine Erlöse für die Wärmenutzung berücksichtigt. Ein Vergleich der in Abbildung 26 und 27 dargestellten Grenzkosten zeigt, dass die EEG-Vergütung fast auf den Punkt trifft. Bei steigenden Preisen für Getreide und damit notwendigerweise auch für Kosubstrate und einer festgeschriebenen bzw. bei Neuanlagen degressiven Einspeisevergütung ist in Zukunft eine Wirtschaftlichkeit nur bei konsequenter Wärme- bzw. Kältenutzung gegeben. Da Biogasanlagen in der Regel nicht an Standorten mit hohem Wärme- und Kältebedarf errichtet werden, sollte sich zukünftig die Förderung vor allem auf Investitionszuschüsse für Wärme- oder Gasleitungen konzentrieren.

Rapsöl- und Rapsölmethylester - BHKW

Die Stromerzeugung aus naturbelassenem Rapsölmethylester hat sich vor allem in kleineren Anlagen mit Vorkammer-Dieselmotoren oder Wirbelkammermotoren (z. B. Kubo-

ta) bewährt. Das Einsatzfeld beschränkt sich allerdings auf Anlagen im Bereich von 5 bis 25 kW_{elektr.}. Wirtschaftlichkeit ist vor allem im Inselbetrieb (Berghütten, etc.) gegeben. Größere BHKW-Anlagen (25 bis 200 kW_{elektr.}) hatten in der Vergangenheit erhebliche technische Probleme, sodass die meisten Anlagen stillgelegt bzw. auf Heizöl umgerüstet wurden. Groß-BHKW mit Schiffsdieselmotoren lassen sich dagegen mit Pflanzenölen erfolgreich betreiben. Auch nach Inkrafttreten des novellierten EEG bewegt sich die Erzeugung von Strom aus Rapsöl an der Grenze der Wirtschaftlichkeit. Deshalb erwägen viele Betreiber den Einsatz des preiswerteren Palm- bzw. Sojaöls. Das Hauptaugenmerk des Einsatzes flüssiger Brennstoffe und Kraftstoffe sollte deshalb im mobilen Bereich liegen. Die gleiche Aussage kann im Prinzip auch für Ethanol getroffen werden.

4.5 Kraftstoffe (RME, Rapsöl, Ethanol)

Die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von RME hat sich in den vergangenen Jahren vor allem bei LKW und Busflotten gezeigt. Mit dem Wegfall der Mineralölsteuerbefreiung für RME und Rapsöl außerhalb der Landwirtschaft wird der Einsatz in diesem Bereich zurückgehen.

Die Verwendung von RME im PKW-Bereich war und ist sekundär. Es gibt nur wenige PKW-Hersteller, die eine Freigabe für RME erteilt haben. Größere Anstrengungen, diesen Sektor auszubauen, sollten daher nicht unternommen werden.

Die Herstellung von naturbelassenem Rapsöl und RME in kleineren Anlagen, wie sie in Thüringen favorisiert wurde, hat sich bewährt. Die Herstellungskosten betragen bei einem Saatpreis von 23 €/dt 0,80 €/l RME frei Veresterungsanlage (ohne MwSt.). Der Kuchen wird als Futter in der Thüringer Landwirtschaft eingesetzt, mit der Möglichkeit zur Herstellung spezieller Butterqualität (z. B. Herzgutbutter).

Dieses geschlossene System hat zahlreiche Arbeitsplätze im ländlichen Raum geschaffen. Thüringen sollte sich, neben der Beimischung in Raffinerien, die immer die Gefahr des Preisdiktates durch die Abnehmer in sich birgt, auf den Einsatz von RME in der Landwirtschaft selbst konzentrieren. Ob die Umrüstung von Traktoren auf naturbelassenes Rapsöl technisch sinnvoll ist, soll das FNR-Projekt „100-Schlepper-Programm“ zeigen. Das Förderprogramm für Eigenverbrauchstankstellen für RME und Rapsöl des Bundes (FNR) ist seitens der Thüringer Landwirtschaft konsequent zu nutzen. Zudem sollte die von der TLL im Auftrag des Bundes angebotene Biokraftstoffberatung in Anspruch genommen werden. Die Tabelle 7 veranschaulicht noch einmal die Wirtschaftlichkeit der RME-Erzeugung, zeigt aber auch die Abhängigkeit vom Kuchenpreis.

Tabelle 7: Gesamtkosten je Liter RME bei unterschiedlichen Saat- und Kuchenpreisen (ohne MwSt., ohne Energiesteuer)

€/dt Kuchen	€/dt Saat	19	21	23	25
9	€/l RME	0,63	0,69	0,75	0,81
10	€/l RME	0,61	0,67	0,73	0,79
11	€/l RME	0,59	0,65	0,71	0,77
12	€/l RME	0,57	0,63	0,69	0,75

Bei einem weiteren Ausbau der RME- und Ethanolproduktion ist zukünftig mit wachsendem Druck auf den Kuchen- und Schlempepreis zu rechnen. Alternativen zur Verfütterung, z. B. Einsatz als Kosubstrat in Biogasanlagen sind zu forcieren. Letzteres ist aber nur bei einer anstehenden Novellierung des EEG möglich.

Ethanol als E 85 eingesetzt, ist ein in Brasilien und Schweden erfolgreich betriebenes Konzept.

Die Kraftfahrzeughersteller favorisieren allerdings für Deutschland die Beimischung von Ethanol zum Ottokraftstoff (siehe Biokraftstoffquotengesetz). Insellösungen mit dem „reinen“ Ethanol (E 85) dürften daher mittel- und langfristig nicht erfolgversprechend sein. Für Thüringen ist diese Variante nicht vordergründig zu verfolgen. Sollte es zu einer Strategieänderung seitens der Kraftfahrzeugindustrie kommen, ist diese Aussage zu überdenken.

5 Schlussfolgerungen

Die von der EU und der Bundesrepublik über gesetzgeberische und steuerpolitische Maßnahmen geschaffenen Rahmenbedingungen und der erwartete weitere Anstieg, oder zumindest auf hohem Niveau verharrende Preis bei fossilen Energieträgern, haben die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von nachwachsenden Rohstoffen nachhaltig verbessert. Trotz des führenden Standes Thüringens bei der Nutzung von Bioenergie im Vergleich zu anderen Bundesländern sind noch erhebliche Potenziale vorhanden, die es kurz- und mittelfristig auszuschöpfen gilt. Der Vorteil ist neben einem aktiven Klimaschutz auch in Einkommensalternativen für die Land- und Forstwirtschaft zu sehen, was wiederum einer Stärkung des ländlichen Raumes gleichkommt. Bei den vielfältigen Möglichkeiten der energetischen Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen sind einige Produktlinien und Einsatzfelder in Thüringen zu favorisieren, dies sind:

1. Weiterer Ausbau der Scheitholz- und Pelletheizungen im ländlichen Raum, vorrangig bei Privatpersonen.
2. Errichtung von Hackschnitzelheizungen in Einzelgebäuden der öffentlichen Hand mit hohem Wärmebedarf wie Schulen, Schwimmbäder, Krankenhäuser bzw. Plattenbauten im ländlichen Raum. In diesem Bereich hat Thüringen erheblichen Nachholbedarf.
3. Errichtung von größeren Stroh- und Hackschnitzelheizungen als Grundlast mit Nahwärmenetz in neu zu erschließenden Gewerbe- und Wohngebieten bzw. Nachrüstung vorhandener Heizwerke in der Grundlast mit Biomasse (Stadtwerke).
4. Errichtung von Pilot- und Demonstrationsvorhaben zur Getreide- und Strohnutzung im kleineren und mittleren Bereich im ländlichen Raum, vorrangig in der Landwirtschaft und im Gartenbau.
5. Errichtung von KWK-Anlagen im kleineren Bereich ($< 1,5 \text{ MW}_{\text{elektr.}}$), mit Schwerpunkt ORC- und Stirling-Technologie mit konsequenter Wärme- und Kältenutzung.
6. Verstärkte Nutzung des EEG bei der Errichtung von KWK-Anlagen für Waldrestholz, Energiepflanzen und Stroh.
7. Ausschöpfung des Biogaspotenzials auf der Basis von tierischen Exkrementen und maximalem Einsatz von landwirtschaftlichen Kofermenten (NAWARO), Nutzung aller Möglichkeiten einer Abwärmenutzung zur Wärme- und Kälteerzeugung.
8. Innovative Förderung und wissenschaftliche Begleitung von Pilot- und Demonstrationsvorhaben zur Monofermentation von NAWARO im Nass- und Trockenverfahren.
9. Optimierung der Bereitstellung von Waldrestholz.
10. Beibehaltung, weitere Unterstützung der Erzeugung und Nutzung von Rapsöl sowie Rapsölmethylester in Thüringen. Dabei ist die alleinige Nutzung in der Landwirtschaft sowie die Beimischung zu Diesel zu unterstützen.
11. Optimierung der Erzeugung und Bereitstellung von Ethanolgetreide und Ethanolrüben, einschließlich der Verwertung der bei der Herstellung anfallender Nebenprodukte.
12. Bereitstellung von biogenen Rohstoffen für die Erzeugung von BTL-Kraftstoffen und verfahrenstechnische Optimierung der Bereitstellung (ab ca. 2010).
13. Integration des Energieholzanbaus in ackerbaulich geprägte Kulturlandschaften in Verbindung mit Agrarumweltmaßnahmen.